


tendit ad aequum
Ad Bibliothecam
Academiæ Scientiarum
Electoralis Boicæ Monachii

<36633326820013

Neues Journal der Physik.

Vierter Band.

Herausgegeben
von
D. Friedrich Albrecht Carl Gren,
Professor zu Halle.

Nebst II Kupfertafeln.

Leipzig,
bey Joh. Ambr. Barth. 1797.

Neues

Journal

der

Physik.

Des vierten Bandes erstes Heft.

Herausgegeben

von

D. Fr. Albr. Carl Gren,
Professor zu Halle.

Mit zwey Kupfertafeln.

Leipzig,
bey Joh. Ambr. Barth. 1797.

Bey Joh. Ambr. Barth in Leipzig erschien in der Jubilatemesse 1796 des Herrn von Buat Grundlehren der Hydraulik, aus dem Französischen übersetzt, mit Anmerkungen und Zusätzen von Prof. Joh. Fr. Lempe, 1ster Theil mit Kupfern. gr. 8. 1 Rthl. 20. gr.

Dieß Buch und die vorigen der Hydraulik des Herrn von Buat, sind schon aus Woltmanns Beyträgen und Langsdorfs Lehrbuch dem Hydrauliker und Hydrotechniker bekannt. Bey der Schwierigkeit, dasselbe in seinem Original zu erhalten, wird es genug seyn, nur diese Uebersetzung anzuzeigen, welche durch Herrn Professor Lempens Zusätze nicht wenig gewonnen hat. Der Inhalt des ersten Theils handelt von der gleichförmigen und veränderten Bewegung des fließenden Wassers. Erster Abschnitt: Allgemeine Theorie der gleichförmigen Bewegung des Wassers. 1stes Cap. Allgemeine Begriffe von der Flüssigkeit; der Bewegung des Wassers aus Behältnissen; verschiedene Zusammenziehung in der Ausflußmündung. 2tes Cap. Grundsatz der gleichförmigen Bewegung des Wassers; Aehnlichkeit der Leitungsröhren mit Flußbetten; Grundfolmel der Bewegung des Wassers in irgend einem Bette. 3tes Cap. Die Erfahrung beweiset, daß der Widerstand in einem und demselben Bette in geringerm Verhältnisse wächst, als der Quadrat der Geschwindigkeit. — Einfluß der Größe und Gestalt des Bettes auf die Geschwindigkeit. 4tes Cap. Allgemeine Betrachtung über die Natur des Widerstandes, der durch die Reibung verursacht wird. 5tes Cap. Untersuchung über das Verhältniß zwischen Geschwindigkeit des Wassers und Abhang des Bettes; 6stes Cap. Verfolg der Untersuchung, die Formel über die gleichförmige Bewegung des Wassers allgemein zu machen. Wirkung der Klebrigkeit des Wassers. 7tes Cap. Allgemeine Formel der mittlern gleichförmigen Geschwindigkeit des Wassers in jedem Bette. Analyse dieser Formel. Ursache der Vernichtung dieser Geschwindigkeit. Kurze Wiederholung der Grundsätze. 8tes Cap. Uebereinstimmung der Erfahrung mit der Theorie über die gleichförmige Bewegung des Wassers. Zweyter Abschnitt: Theorie der Flußbetten. Ihre Entstehung. 1stes Cap. Von der Gestalt der Flußbetten. 2tes Cap. Verschiedene Geschwindigkeiten des Wassers

in einem gleichförmigen Strome. Vergleichung der an der Oberfläche mit der am Grunde. 3tes Cap. Wechselseitige Einwirkung des Stromes und des Bettes. Allgemeiner Begriff vom Widerstande. 4tes Cap. Entstehung der Flußbetten, beständige Anschwellungen. Normale des Bettes. Zufällige oder periodische Anschwellungen. 5tes Cap. Von der Krümmung der Flußbetten, von der Beständigkeit der Gestalt des Bettes in dem geraden Laufe und in Krümmungen. 6stes Cap. Von Ziehung der Krümmungen der Flüsse, allgemeine Aufgabe über die Rundung der Ufer. 7tes Cap. Von dem Widerstande, welcher durch die Krümmungen der Flußbetten und Röhrenleitungen verursacht wird. Nähere Bestimmung desselben. Vermehrung des natürlichen Abhanges. Der zweyte Theil wird nächstens erscheinen.

Nachricht und Bekanntmachung.

Seit Verbesserung des Schul- und Erziehungsunterrichts sind mehrere verbesserte Methoden zum Lesenlernen der Kinder bekannt gemacht worden, daher die vielen sogenannten neuen Fibeln und Abcbücher in allerley Gestalt. Mehreres Güte in denselben zerstreut ist nicht unerkannt geblieben, aber immer vermißte der Erzieher eine solche Anweisung, wie diesem Unterricht gemeinschaftlich in niedern Schulen aufgeholfen werden könne. Bey der Gründung der hiesigen Freyschule wurde dies Bedürfniß vorzüglich fühlbar, und der Herr Director Plato war zunächst darauf mit bedacht, wie der erste Kindesunterricht zweckmäßig auf richtiges, deutliches Lesenlernen gerichtet und der Verstand der Kinder nicht allein Buchstaben und Wortkenntniß auffassen lernen, sondern zugleich auch zum Denken angeführt und gewöhnt werden könne. Er ließ dazu eine eigene Lesemaschine mit beweglichen großen Lettern verfertigen, woran alle Kleinen gemeinschaftlich in der Buchstabenkenntniß unterrichtet werden konnten, jedoch so, daß das Nachdenken der Kinderseele zunächst dabey geweckt und geübt wurde. Der Nutzen dieser Maschine ist seit vier Jahren in dieser Freyschule überaus sichtbar gewesen, und mehrere Pädagogen, die diese Schule näher kennen zu lernen suchten, wünschten vom Herrn Director Plato die Bekanntmachung derselben. In folgenden drey zusammenhängenden Schriften ist dieß nun in meinem Verlage geschehen, welche bey mir zu haben sind, und durch jede Buchhandlung leicht zu erhalten sind. 1) Einige Gedanken über die gewöhnlichen

Abcbücher in unsern vaterländischen Schulen, nebst kurzer Beschreibung und Abbildung der Lesemaschine, welche in der Leipziger Freyschule gebrauchet wird. 8. 4 gr. 2) Buchstaben und Schriftzeichen zur Lesemaschine für Schulen, wie solche in der Leipziger Freyschule gebraucht werden, nebst Beschreibung und Anweisung. Auf Holztäfelchen gezogen 1 Louisdor; dieselben unaufgezogen 1 Rthl. 3) Vorübungen im Lesen und Denken, gesammlet für die untersten Classen der Leipziger Freyschule. 12mo 4 gr. Diese können auch separat ohne Nr. 1. und 2. in jeder Schule gebraucht werden. Die Buchstaben auf Holz gezogen, kann ich nur nach vorhergängiger Bestellung liefern, da die Bearbeitung derselben mit vieler Genauigkeit von wenigen Arbeitern richtig geliefert wird. Einzelne Buchstaben und Schriftzeichen stehen für ein billiges zu Dienste, wenn dieselben verlangt werden.

Auch sind bey mir noch herausgekommen: 1) Christliche Religionsgesänge für Bürgerschulen, zunächst für die Leipziger Freyschule bestimmt. 8. 8 gr., in Parthien à 6 gr. baar. 3) G. U. A. Vieths erster Unterricht in der Mathematik für Bürgerschulen, welche das Gemeinnützlichste und Faßlichste aus der Rechenkunst, Meßkunst, Mechanik und Baukunst enthält, mit 9 Kupfertafeln, als ersten mathematischen Cursus. 8. 10 gr. 4) Desselben Anfangsgründe der Mathematik, 1ster u. 2ter Theil, enthaltend Arithmetik, Geometrie, Statik, Optik und Astronomie, mit Kupfern, als zweyter mathematischer Cursus. 8. 2 Rthl. Beide Bücher zeichnen sich durch Deutlichkeit, Präcision und scharfe Beweise vortheilhaft aus. Auch wird zur nächsten Jubilatemesse ein Lehrbuch der Naturlehre für Bürgerschulen von Herrn Vieth bey mir erscheinen, in welchen auf die neuesten Entdeckungen Rücksicht genommen wird; eben so erscheint vom Herrn Magister Köhler eine Anleitung zum Rechnen im Kopfe mit practischen Uebungsaufgaben in angenehmen Erzählungen für Lehrer und Lernende.

Leipzig, den 1sten Febr. 1797.

Johann Ambrosius Barth,
Buchhändler.

I.

Ueber die gereizte Muskelfaser, ein Brief an den Herrn Oberbergrath F. A. von Humboldt vom Herrn Dr. Philipp Michaelis.

Harburg an der Elbe, den 27. Sept. 1796.

Seit dem wir uns, mein lieber Humboldt, zum letztenmale zufällig in Wien trafen, versagte mir das Schicksal diese unvermuthete Freude zum zweytenmale zu genießen, und wie wäre es auch möglich gewesen, da mich meine Bestimmung, gleich nachdem ich aus Italien zurück kam, nach Flandern zu unserer Armee führte. Dort kam ich wegen der steten Veränderung des Aufenthalts, wegen der überhäuften praktischen Arbeiten und einer, mir allen Muth benehmenden, halbjährigen Krankheit außer aller litterarischer Verbindung, und ich konnte wegen der Krankheit, die mich in Leiden sechs Wochen im Bette hielt, auch dort nur wenig die unendlichen Schätze benutzen, die sich in der Sammlung des treflichen Prof. Bruggemanns, für Thieranatomie befanden. Kaum daß ich einen Tag meiner Krankheit stahl, um mit Bruggemann die Sammlung im Haag zu sehen. Ich fange daher erst seit einiger Zeit an, mich wieder mit der gelehrten Welt in Verbindung zu setzen, und ich konnte

es bey der Muße, die ich noch habe, nicht unterlassen, die interressanten Versuche zu wiederholen, die Sie, lieber Freund, über die gereitzte Muskelfaser anstellten, von denen mir unser Blumenbach, bey meiner Rückkunft aus dem Felde, schon manches sagte. — Die, welche die besondere Aufmerksamkeit des Arztes auf sich ziehen müssen, wiederholte ich mit der größten Genauigkeit auch an mir selbst, und ließ mich durch mehrere vergebliche Versuche weder sogleich abschrecken, nicht auf günstigere Umstände zu hoffen, noch bin ich vordreist genug, da, wo ich einen glücklichen Erfolg noch zu wünschen habe, hieraus unbedingt auf das Unstathafte des Versuchs zu schließen. Täglich erfuhr ich mehr, wie sehr glückliche Nebenumstände Einfluß auf das Gelingen der Versuche haben, und wie leicht es ferner ist, sich zu täuschen, wenn man die Versuche nicht so sehr vermannigfachet, wie möglich, und gleichsam durch Gegenproben die Richtigkeit des Beobachteten beweißt. — Ich will Ihnen, bester Humboldt, alle die Punkte mittheilen, wo meine Versuche nicht mit den Ihrigen übereinstimmen wollten, und wo mich Ihre schönen Versuche noch weiter führten, um Sie wo möglich zu einer Wiederholung derselben zu reitzen. Finden Sie Ihre Versuche doch richtig, so kann dieß sehr wohl seyn; denn wie Sie sehr recht bemerken, so beweist das Gelingen eines genau angestellten Versuchs mehr, als zehn mißlungene. — Sie sind, hoffe ich, lieber Freund, von der Aufrichtigkeit meiner Gesinnungen gegen Sie und von der Achtung für Ihren unermüdeten, weitumfassenden Geist zu sehr überzeugt, als daß Sie da, wo ich nicht mit Ihnen einstimmen kann, auch nur einen Schein der Widersprechungssucht argwöhnen sollten. Es muß aber einer Wissenschaft unstreitig sehr zum Vortheil gereichen, wenn zwey Freunde darüber dieselben Versuche vorurtheilsfrey anstellen.

Ihre

Ihre Absicht geht mit dahin in diesem Galvanismus etwas anders oder mehr, als bloße Electrizität zu finden. Sie glauben ferner, daß, wenn auch selbst die deutlichsten Zeichen der Electrizität bey den Galvanischen Versuchen sich offenbarten, man doch durchaus nicht berechtigt sey, zu behaupten, was wenn Willen gelenkt den Muskel bewegt, darum Electrizität seye, so wenig man annehmen dürfe, daß der Galvanismus die Nervenkraft enthalte. — In diesem letzten stimme ich völlig mit Ihnen ein. Auch beweisen unleugbare Versuche, daß Galvanismus und Nervenkraft in einigen Stücken ganz verschieden wirken, obgleich auch alle Versuche beweisen, daß Galvanismus ein den Nerven sehr verwandtes angenehmes Fluidum ist. Nervenkraft und Galvanismus scheinen das Aehnliche zu haben, daß beide die Reitzbarkeit des Muskels sehr schnell in Bewegung bringen, ohne jedoch, wie andere die Reitzbarkeit erregende (darf ich sagen todte) Kräfte oder Reitzmittel, so leicht, oder jäh zu erschöpfen. Mir scheint diese Gleichartigkeit ihrer Wirkungsart für die, die beide Kräfte für eins halten, sehr wichtig und für ihre Meynung anscheinend sehr beweisend. Aber auch nur scheinbar. — Denn wer will mich überführen, daß die Bewegung, die bey der Anwendung des Galvanismus sich zeigt, wirklich Folge des unmittelbaren Reitzes desselben auf die Reitzbarkeit ist, oder daß der Galvanismus nicht vielmehr nur die Nervenkraft in Bewegung setzt. In einigen Fällen, wo man z. B. die zwey Schenkelnerven mit einem einzigen Stück Zink armirt und so Bewegung erhält, oder wo man denselben Nerven an zwey Stellen armirt, scheint und ist dieß wohl auch nur der Fall. Diese Erklärungsart giebt uns überdem einen Aufschluß über manche sonst unerklärbare Versuche. — Sie alle aufzuzählen brauchts nicht, da ich ohnehin noch Raum genug nöthig habe. Nur einen für alle. Wenn ich einen Nerv durch Salzsäure

 Opium,

Opium, oder Laugensalz, seiner Nervenkraft beraubt habe und ich armire ihn und den Muskel, so errege ich keine Zuckung. Armire ich den Muskel allein, so zuckt er. Wäre der Galvanismus in diesem Fall unmittelbarer Reitz für die Reitzbarkeit des Muskels, dann müßte nothwendig auch im ersten Falle Bewegung entstehen, denn die Materie geht ja auch durch den Muskel. Wollten mir diejenigen, welche die Metalle für bloße Leiter und nicht für Besitzer dieses Galvanismus halten, etwas gegen die Bündigkeit dieses Versuchs einwenden, so würde man diese Einwendung sogleich heben, wenn man an den getödteten Nerv ein noch frisches Stück Nerv oder Muskelfleisch legte, wo denn die Kette, nach Ihrer Art sie auszudrücken, so heißen würde:

Frosch, M. oder N, R, r.

Das, was Sie, lieber Freund, etwa dagegen zu Folge Ihres Versuchs, den Sie in Grens neuem Journal der Pysik B. 3. H. 2. S. 169 anführen, einwenden könnten, fällt weg, wenn Sie die weitere Verfolgnug dieses Versuchs unten gelesen haben. — Ihre großen überraschenden Versuche, die Lebenskraft durch abgewechselte Reitze herzustellen, beweisen dieß noch auffallender. Enthielte der Galvanismus die Nervenkraft selbst, oder könnte er auch ohne Thätigkeit der Nervenkraft auf den Muskel wirken, dann müßten bey der einfachen Armatur, oder bey der eben erwähnten offenbar Zuckungen entstehen. Ferner beweist die Unterbindung eines Nerven und das Zusammenflicken eines zerschnittenen die Verschiedenheit, sowohl des Galvanismus und der Nervenkraft, als auch, wie ein nöthiges Requisit, Nervenkraft zur Erregung der Bewegung ist, und daß Erregbarkeit des Muskels allein nicht hinreicht. Nehmen Sie zu dem allen, was schon für sich beweisend genug ist, auch die Erscheinung an dem sonderbaren Muskel,

kel, wegen dessen Nerven die größten Zergliederer, unser treflicher Sömmering und Scarpa uneins sind. Schon in Pavia erregte ich zwar die Bewegung des Herzens einer Schildkröte, wenn ich das ganze Herz auf Zink legte, aber wie undeutlich, unzuverlässig sind doch eigentlich diese Bewegungen. Unter den vielen Fröschen, die ich die Zeit über brauchte, war kaum ein Herz, welches dem Reitze des Galvanismus gehorchte, und selbst dieses so undeutlich, daß, wenn ich aufrichtig zu Werke geben wollte, ich diese Erscheinung nie als ein Beweis für eine Meinung annehmen könnte. Bey diesem Muskel, der sich gewöhnlich, so lange nur noch Reitzbarkeit in ihm ist, periodisch bewegt, ohne daß man einen Reitz wahrnimmt, ja oft bey einem kleinen Stoß, oder dem geringsten Hauch, wieder von neuen anfängt sich beynahe Stunden lang zu bewegen, ist es wirklich sehr schw.r zu beweisen, ob die bey dem Galvanismus hervorgebrachten Bewegungen diesem, oder einem zufälligen Reitze zuzuschreiben sind. Mir glückte es wenigstens nie, wenn das Herz durch manche Reitze nicht wieder zu bewegen war, den Galvanismus thätig zu finden. —

Diese Erklärung, lieber Humboldt, verträgt sich noch ganz gut mit Ihren Sätzen, wie mir scheint, und man kann sie auch mit der Meynung reimen, die Sie, wie ich so eben sehe, in No. 49. der med. chirurg. Salzb. Zeitung äußrrn, daß die Organe sich keineswegs leidend verhalten; einen Satz, der durch einige von mir angestellte Versuche, die Sie vielleicht auch schon gemacht haben, noch mehr bestätigt wird. Ob ich nun gleich hierin völlig mit Ihnen einstimme, so glaube ich hingegen doch, daß sich einige Ihrer Einwürfe gegen die electrische Natur des Galvanismus heben lassen, wenn man nur mit einigen, z. B. Hufeland (s. dessen Pa-

 thoge-

thogenie S. 26.) annimmt, daß ein Fluidum, welches der Nervenkraft so verwandt ist, wie der Galvanismus, und wahrscheinlich nur durch diese auf die Muskeln wirkt, bey seinem Durchgang durch die belebten thierischen Körper gezwungen werden könne, andern Gesetzen zu folgen, als solchen, denen es seiner eigenen Natur nach folgen würde. Ihre Versuche sowohl, lieber Freund, die Sie zu dem Schluß bewegen, daß der Galvanismus von den Organen ausgienge, auf die ich sehr begierig bin, als auch die unläugbare Erscheinung, daß Galvanismus durch todte organische Körper geleitet, einer ganz anderen Richtung folgt, als während dem Leben dieser Körper, beweist dieß offenbar. Daß eine heftigere Electrizität sich nicht daran bindet, daß diese ferner oft nicht so thätig scheint, als das Galvaniren, dieß wird doch niemand wundern, der die Wirkung unserer stärksten Reitze kennt, die oft ohne alle Bewegung hervorzubringen die Lebenskraft zerstöhren, so eine Auflösung von Alkalien und Opium. —

Zu den zwey Erscheinungen, die sich unter Ihren Versuchen besonders der electrischen Natur des Galvanismus entgegen zu stellen scheinen, gehören die Erscheinungen der zwey Froschschenkel, von denen der eine sich bewegt, wenn der andere ruhet, ohngeachtet der Strom durch beide geht, und ferner die Zuckungen ohne Kette.

Findet dieser letzte Versuch wirklich in sehr reitzbaren Subjekten ohne Täuschung statt, so sehe ich noch nicht völlig ein, warum diese Erscheinung so geradezu gegen die Gesetze der gewöhnlichen Electrizität sprechen sollte. Denn auch bey dem Galvanismus können wir nicht umhin ein + und — G. anzunehmen, wie bey der E., und wie überhaupt in allen Kraftäußerungen, ohne welche eine Kraft keine Kraft seyn würde, oder vielmehr bald aufhören würde zu wirken. — Und ohne

einen solchen Unterschied sehe ich nicht ein, wie man diese Erscheinung erklären wollte; mit demselben aber, vorzüglich in Verbindung der sonderbaren Erscheinung, die in der Revision der vorzüglichsten Schwierigkeiten in der Lehre von der Electrizität, besonders so viel den Dualismus betrift, von L. L. Leipzig 1789. bekanntgemacht wird, daß nämlich thierische Substanzen, selbst todte Knochen, die Kraft haben, durch Einsaugung, auch wenn sie isolirt sind, eine Leidener Flasche zu entledigen; wird auch diese Erscheinung den Gesetzen der Electrizität gemäß erklärt. Hat sich der G. in den mit R armirten Froschschenkel in Gleichgewicht gesezt, oder ist vielleicht, der G. beider, — G., und dieß müssen wir annehmen, wenn er einige Zeit mit R in Berührung gewesen ist, es mag nun dieß Gleichgewicht im ganzen Schenkel oder nur an der Stelle der Berührung statt finden, und ich bringe dann einen Körper an R, der + G hat, so sehe ich nicht ein, warum nicht bey sehr lebhaften Fröschen, die schon bey einer geringen Veränderung ihres G. Bewegung zeigen, Bewegungen erscheinen sollten, wenn sich + und — G. oder E. in Gleichgewicht setzen. Daß dieß nur sehr selten der Fall seyn wird, und nur dann, wenn man mit einer gewissen Gewalt beide Metalle in Contact bringe, ist leicht einzusehen, da auch dem oben erwähnten Versuche zu Folge die Entladung der Leidener Flasche sehr langsam vor sich geht. Daß es nur bey äußerst lebhaften Subjecten gelingt, würde sich schon von selbst verstehen. — Ueberhaupt aber glaube ich, daß man daraus, weil eine Erscheinung bey dem Galvanismus denen bis jetzt bekannten Gesetzen der Electrizität widerspricht, durchaus nicht berechtigt wird, eine Verschiedenhiet zwischen beiden anzunehmen. Wir kennen wahrhaftig die Gesetze des einen und des andern zu wenig, um hierüber sogleich entscheiden zu können. Dieß

ist das, lieber Freund, was ich gegen die Beweiskraft Ihres Versuchs einzuwenden hätte. Mir selbst hat er nicht gelingen wollen, wenn ich denselben vorsichtig anstellte, was aber für mich gar nichts beweist. Ohne viele Behutsamkeit, ja zuweilen bey anscheinend großer Vorsicht gelang mir der Versuch; aber wenn ich Metall und Schenkel auf verschiedene Glastafeln legte, und dann die Armatur des Nerven mit einem Metall stark berührte, so gelang es nie. War ich so glücklich, ohne augenscheinlichen Zirkel, Zuckungen hervorzubringen, welches mir in zwey Fröschen zugleich gelang, dann hatte mein Hauch oder das Hin- und Herhüpfen der Schenkel die Glasplatte befeuchtet, und diese Feuchtigkeit leitete dann oft sehr stark. Ueberhaupt wird die ganz unvermeidliche Feuchtigkeit und der große Einfluß, den dieselbe auf die Versuche hat, da sie nach Voltas treflichem Versuche selbst Reitzer ist, viele Beobachtungen schwankend und unsicher machen, wovon nachher noch einige Beyspiele. Ein Froschschenkel oder Nerv ohne alle Feuchtigkeit, wird wohl so wenig Leben bey dem Galvaniren zeigen, wie eine durch Einathmen getrocknete Zunge den Geschmack dabey empfindet. — Hingegen wird ein Froschschenkel, den man, wenn seine Reitzbarkeit wegen Trockenheit nachläßt, ganz in Wasser taucht und dann wieder an ihm Versuche macht, weniger Reitzbarkeit zeigen, als wenn man nur den Nerven oder Schenkel allein befeuchtet, was sich schon a priori schließen läßt. Für diejenigen, die in dem Galvaniren weiter nichts als eine Zersetzung des Wassers finden, und die gern alles antiphlogistisiren wollen, ist diese allgegenwärtige Feuchtigkeit, außer etwa im letzten Falle, sehr gelegen. Aber die Anhänger dieser Meynung werden nach einer genauen Prüfung des Versuchs, den sie einen Cardinalversuch nennen, nämlich zwey Metalle in Wasser zu legen, und dann mit der Zunge den galvanischen Reitz des Wassers zu versuchen,

suchen, bald davon zurück kommen; dann glauben Sie nicht auch, lieber Freund, daß unter solchen Umständen, die freygewordenen Bestandtheile des Wassers sich in gasförmiger Gestalt zeigen müßten? — Was den Versuch ohne Kette auch noch unwichtig machen kann, ist, wenn man einen Frosch, der noch mehrere Nerven hat, auf den Zink legt, die zugleich auf der Armatur liegen, z. B. beide Bündel der Curalnerven; denn diese erregen schon mit demselben Stück Zink, wenn durch heftiges Stoßen die Stellen der Berührung verändert werden, Bewegung. — Was ich aber schon erinnerte, sage ich nochmals, daß alle diese Schwierigkeiten, die den Versuch ungewiß machen, und das Mißlingen, wenn ich ihn anstellte, durchaus nichts beweisen, da auch die vielen Versuche, die ich machte, mich zu deutlich belehrten, wie viel auf taugliche Subjecte, und, was wohl zu bemerken, auf eine günstige Witterung ankömmt. Hätte ich den Versuch am 28sten August angestellt, ich bin versichert, er würde mir gelungen seyn, da er ihnen gelang; denn an diesem Tage, während einem sehr heftigen, mehrere Stunden anhaltenden nahen Gewitter, nach vielen schwülen Tagen, sahe ich Versuche an den trägsten, ausgehungertesten Fröschen gelingen, deren Gesellen ich vor einigen Tagen beynahe zu den gemeinsten Versuchen untauglich fand. Doch unten mehr hiervon.

Was das erste Experiment betrift, bester Freund, so hat es völlig seine Richtigkeit, wenn die Frösche anfangen matter zu werden. In diesem Falle bewegt sich nur ein Frosch und der andere ruhet, oder, was sehr wohl zu bemerken ist, und sich mit einigen Erscheinungen an der Leidner Flasche, wenn ich nicht irre, gut reimen läßt, der andere Frosch bewegt sich später oder nur dann, wenn beide Metalle wieder getrennt werden. — Man hat es ganz in seiner Gewalt, eine Art von taktmäßiger

auf einander folgender Bewegungen in den Fröschen hervor zu bringen. Sind beide Frösche schon etwas abgemattet, wie sie es, um den Versuch ruhiger anstellen zu können, seyn müssen: denn steht es in meinem Willen, welchen von beiden Fröschen ich in Bewegung setzen will. Es kommt allein darauf an an, wie der Strom des Galvanismus seine Richtung nimmt. Die Bestimmung des Ganges des Galvanismus ist, denke ich, schon wieder ein Schritt zu seiner genaueren Kenntniß, wenigstens zur Kenntniß seiner Verwandtschaften. Durch wiederholte Versuche, die ich Ihnen sogleich mittheilen will, glaube ich dieß genauer bestimmt zu haben, wie Volta, und Sie würden mich verbinden, wenn sie diese Versuche wiederholten, vervollkommneten und mit andern bereicherten, oder mich eines andern überführten. —

Legen Sie unter gleichen Umständen, nämlich bey ähnlicher Mattigkeit beider Frösche, zwey präparirte Frösche mit ihren Schenkeln übereinander, armiren Sie den Nerven des Frosches a mit Gold und den Nerven des Frosches b mit Zink, so zuckt der mit Zink armirte Schenkel bey der Vereinigung beider Metalle am ersten und lebhaftesten, und der andere ruhet entweder ganz, oder er bewegt sich später und träger, oder bey der Trennung beider Metalle, wobey hingegen der Frosch b ruhet. Wenden Sie sogleich die Armatur um, so daß das Gold an den Nerven b und das Zink an a zu liegen kommt, so ist alles umgekehrt. Legen Sie aber die schon sehr ermatteten Schenkel so, daß der Nerv des Frosches a auf den Schenkel des Frosches b liegt, armiren Sie den Nerv b mit Zink, den Schenkel a hingegen mit Gold, so werden Sie wahrscheinlich in beiden Schenkeln kleine, gleichzeitige Zuckungen beobachten. Armirte ich hingegen den Schenkel mit Zink, den Nerven b aber mit Gold, dann waren in lebhafteren Subjekten die Zuckungen wohl

in

in beiden Schenkeln zugegen, oder doch in dem Schenkel a, bey matten Fröschen hingegen, die jedoch auf die vorherbeschriebene Art noch zuckten, ruhete alles. — Aenderte ich nichts an dieser Lage, außer daß ich einen dritten Schenkel von ähnlicher Lebhaftigkeit so zwischen a und b legte, daß der Nerv an a, die Muskeln aber auf b lagen, so zuckte dieser mittlere Schenkel allein, während die anderen ruheten. Kam auch mein Körper selbst in die Kette, so ward nichts verändert. — War die Kette so:

a der Nerv, Gold, Zink meine rechte Hand, meine linke Eisen, Nerv von b, Schenkel von b — Schenkel von a —

dann bewegte sich allein der Schenkel b, und a ruhete. — Nehmen sie statt Gold eine gute Holzkohle, so thut diese dasselbe.

Diese Erscheinungen brachten mich natürlich auf die Idee, daß aus dem Zink auf der entgegengesetzten Seite, wo dasselbe das Gold berührt, etwas ausströmen müsse, und daß die Materie nicht sowohl ein Hinderniß fände, wenn Sie vom Muskel gegen den Stamm des Nerven läuft, sondern nur ihre Aktion verringert würde. Verbinden Sie hiermit die Meynung, die ich gleich anfangs äußerte, daß der Galvanismus nur vermittelst des Nervenfluidums die Reitzbarkeit in Bewegung sezte, so wird es schon erklärbarer, warum der eine Schenkel ruhet, der andere hingegen sich bewegt, ohne daß man gerade berechtigt ist zu schließen, die Materie des Galvanismus sey in a nicht mehr, was sie in b gewesen sey. — Daß die Materie kein Hinderniß im Durchströmen findet, beweist die Empfindung auf der Zunge, wenn ich diese in den Zirkel bringe. Litte aber die Materie eine Veränderung bey dem Durchgang durch den Schen-

Schenkel a, dann müßte sie auch die Zunge nicht reitzen, wenn sie aus dem Schenkel b wieder herausgeht, oder müßte nie bey schwachen Fröschen, wenn der Strom durch beide Schenkel vom Nervenstamm zu den Aesten geleitet wird, in b auch Bewegung erregen; wenn diese in a auch zugegen war, welches doch offenbar öfters der Fall ist. —

Sie ziehen, lieber Freund, aus diesem Versuche den Schluß, daß das galvanische Fluidum in diesem Falle kein Reitzer für die bewegende Nerven, wohl aber für die Sinnesnerven sey, und führen dafür noch den Versuch an, wo Ihre beiden der Oberhaut beraubten Stellen armirt wurden, ein Eisendrath Ihnen durch den Mund und einem andern über die Zunge weg gieng, und Sie die Empfindung des Lichtes und jener die des Geschmacks hatte. Diesen Versuch habe ich wiederholt und für ganz richtig befunden. Daß ich die Empfindung des Sehens hatte, war nicht wunderbar, da die Kette durch den Mund immer noch schneller hergestellt ward, als durch den Eisendrath, aber daß der dritte dasselbe empfand, war höchst sonderbar; denn bekanntlich empfindet der nichts vom Schlage einer Flasche, der den Leiter hält, und auch ein Froschnerve mit seinem Schenkel an einem Leiter des Galvanismus gelegt, bleibt ruhig. Aber diese ganze Erscheinung, über die ich nichts zu sagen weiß, wird nur noch räthselhafter, wenn Sie folgenden Versuch anstellen, der aber auch zugleich beweist, daß nur unter gewissen Bedingungen die Sinnesnerven hierbey empfinden, und daß unter den nämlichen auch die Bewegungsnerven gereitzt werden.

Ich weiß nicht, ob Sie bey Ihren Hauptexperimenten das nämliche fühlten, wie ich, daß nämlich die Empfindungen des Zuckens in den Nerven (in den Muskeln sah ich nichts und fühlte auch keine Bewegung) nur

immer

immer in der Nähe der Wunde sich fanden, auf der das Gold oder die Kohle lag, nie wo das Zink lag. Die Empfindungen giengen meist nach unten, nie nach oben, und waren, wenn das Gold nicht an der obern Wunde lag, nie zwischen beiden Wunden fühlbar. (Ich muß hierbey erinnern, daß ich die Fliegenpflaster nicht, wie Sie, auf die Schultern und den Rücken gelegt hatte; sondern um Zeuge von allem zu seyn, und um über die Richtung des Stroms genauer urtheilen zu können, hatte ich eins auf den biceps brachii und das andere auf den Vorderarm etwa drei bis vier Finger breit unter das Ellenbogengelenke gelegt.) — Diesem Versuche zu Folge scheinen die menschlichen Nerven bey dem Galvanismus ganz anderm Einflusse zu folgen, wie die Froschnerven; denn bei diesen waren die heftigsten Schläge, oder diese nur allein da, wo der Zink lag, und es scheint das galvanische Fluidum bey diesen auf der andern Seite des Zinks auszuströmen, wo es vom Golde berührt wird, hingegen bey mir schien etwas vom Golde auszuströmen. — Es läßt dieß schon eine Verschiedenheit des Galvanismus nach den verschiedenen Körpern, oder wenigstens eine Verschiedenheit der Richtung desselben ahnden, aber nehmen Sie zu diesem Versuche noch die folgenden, so wird dieß noch auffallender.

Nehmen Sie einen gut präparirten lebhaften Frosch, armiren Sie ihn mit Gold und Zink, wie Sie wollen, entweder das Gold an den Nerv, oder das Zink; formiren Sie dann die Kette mit einem Eisendrathe, gerade wie bey Ihrem Versuche, oben mit Ihren Wunden, nehmen Sie diesen zwischen die Oberlippe und das Zahnfleisch, oder an die Zunge, Sie werden weder etwas sehen noch schmecken, noch zuckt ein Frosch, den Sie mit den Nerven auf den Eisendrath legen. Legen Sie auf jede entblößte Stelle ihrer Cutis einen präparirten

Frosch-

Froschschenkel, den einen mit Gold, den andern mit Zink armirt, verbinden Sie die Metalle durch Eisendrath, welches Sie und ein Dritter an die Zunge halten, weder schmecken Sie beide, noch fühlen Sie Zuckungen in den Nerven, auch nicht, wenn nur ein Frosch in die Kette tritt, und doch hüpfen die Schenkel. Bedienen Sie sich nur eines Schenkels und armiren Sie die andere Wunde mit Gold oder Zink, so schmecken Sie zwar etwas, weil eine Kette gebildet wird, in die kein Frosch tritt, aber der Dritte schmeckt auch dann nichts. Sobald also der Frosch in die Kette tritt, strömmt das Fluidum + G nicht in den dritten menschlichen Körper über, welches doch der Fall war, da das + G eines Menschen allein durch den Drath geleitet ward. — Selbst diese höchst sonderbare Erscheinung ließe sich wohl allenfalls noch sehr einfach erklären, nämlich durch eine höchst große Leitungsfähigkeit des Frosches, der dem Galvanismus nicht Zeit ließe, aus dem Eisendrath in den dritten Körper überzuströmen; und der Mangel der Zuckungen in den Armnerven, wenn Frosch dazwischen tritt, theils auch durch eine so große Leitungsfähigkeit des Frosches, die nicht zuläßt, daß sich der Galvanismus in den Nerven verbreitete, sondern ihn dicht unter der Oberhaut auf dem kürzesten Wege hinleitete, theils aber durch eine größere Unempfindlichkeit der menschlichen Bewegungsnerven, wenn nicht der folgende Versuch diese Erklärungsart unzulänglich macht, sobald er ganz richtig ist. — Armirt man einen Frosch gehörig mit Gold und Zink, oder mit Silber und Gold, läßt man dann die Armatur des Muskels die Zunge berühren und verbindet die Armatur des Nerven mit der Zunge vermittelst Zink, ohne jedoch die Muskelarmatur unmittelbar zu berühren; so fühlt man, ohnerachtet der Galvanismus denn die Zunge passiren muß, wenn alles gehörig isolirt ist, keinen Geschmack, man mag die Metalle verwechseln wie man

man will. Man kann auch ein Stück Zink nehmen und zwey Stück Gold, und entweder beide Goldstücke an die Zunge legen, oder beide an den Frosch, der Erfolg ist der nämliche, das heißt, für die Zunge negativ, nicht aber für den Frosch. — Nimmt man hingegen eine todte Substanz statt des lebenden Frosches, etwa denselben leblosen Schenkel, oder ein Stück Schwamm, dann wird der Fall für die Zunge positiv, und zwar so, wie bey dem Froschschenkel, nicht wie bey den menschlichen Armnerven. Denn ist die Kette Gold a, Zink, Schwamm, Gold b, Zunge, so fühlt man den Geschmack durch das Stück Gold b; ist hingegen die Kette: Zink, Gold a, Schwamm, Gold b, Zunge; dann giebt der Zink den Geschmack. Die Empfindungen und Wirkungen des Galvanismus finden hier nur in den lebhafteren Theilen statt, gerade wie bey den beiden Froschschenkeln. Aber warum dieß geschieht? — Das ist die schwere Frage. Geschieht es etwa darum, weil der Froschschenkel eine größere Neigung oder Verwandtschaft zum Galvanismus hat, wie unser Körper, so daß er diesen, wie Knochen und andere animalische Substanzen bey der Leidner Flasche, die Electrizität einsaugt und nicht durchläßt, und steht etwa diese Fähigkeit mit der größeren Lebensfähigkeit des Thieres in genauem Verhältniß, oder findet gar eine Abhängigkeit von dieser statt? — und findet hier wohl nicht ferner, ohnerachtet der anscheinenden Aehnlichkeit dieses Falles mit dem Versuche, die beiden Froschschenkel betreffend, doch eine Verschiedenheit Platz? — Dunkler wird die Materie dadurch noch, daß man einen Froschschenkel gut isolirt und mit seinen Nerven auf den Conductor legt, der zwey menschliche armirte Theile verbindet, der Frosch ruhig bleibt, nur muß der Versuch vorsichtig angestellt werden und der Nerv nicht an zwey Stellen auf dem Leiter liegen, oder gar beide Cruralnerven diesen berühren.

Ich will diesen verwickelten Versuchen auch kein Wortraisonnement hinzufügen, denn um in einer Materie etwas Gründliches zu bestimmen, die nur durch jeden neuen Versuch noch verwickelter und dunkler zu werden drohet, gehören noch mehrere Erfahrungen als diese, und recht sehr wünschte ich, daß Sie sich die Mühe nähmen, diese Versuche zu wiederholen; denn ein Dritter sieht gewöhnlich mehr und richtiger, und ich weiß, daß man nicht Vorsicht genug anwenden kann. Ist man erst einmal einer neuen Erscheinung auf die Spur, dann läßt man nur zu gern seinem raschen Urtheile die Zügel schießen, und man sieht oft etwas, weil man es zu sehen wünscht. Daß auch ich nicht ganz dieser Syrene entgangen bin, fühle ich selbst.

Nur noch einiges will ich dem Gesagten hinzufügen, welches theils einige Ihrer Meynungen und Versuche, theils die Natur des Galvanismus betrift. Ich erinnerte schon, daß ich nur an der Stelle Schläge empfunden hätte, die vom Golde bedeckt war, das Gold mochte auf der obern oder der untern Wunde liegen: statt des Goldes bediente ich mich noch mit glücklicherem Erfolge eines Stückchens Buchenkohle, und zwar von der Rinde, die mir außer dem Kupfer-Nickel, den ich Ihnen zu Ihren Versuchen sehr empfehle, die heftigste Empfindung mit Zink erregte. Bringe ich aber Gold an die Zunge und Zink an das Zahnfleisch, oder an die entblößte Cutis, und verwechsele ich nachher die Stellen; so macht Zink auf der Zunge eine viel heftigere Empfindung wie Gold oder Kohle. Auch ist ihre Wirkung wesentlich verschieden. Das Zink erregt mir anfangs, wenn ich sehr lebhaft bin, die Empfindung eines warmen Hauchs, dann eine entscheidende Kälte, saure Empfindung folgt, die heftig auf die Zunge wirkt und gleichsam mit breiterem Büschel. Die Kohle oder das Gold erregt

erregt anfangs eine mehr stechende Empfindung, und nehme ich die Metalle auseinander, so fühle ich dann einen warmen Hauch auf der Zunge. Bey einer längeren Galvanisirung, bey mehr Reitzbarkeit des Körpers und größerer Heiterkeit, fühle ich dieß deutlicher. — Diese zwey Beobachtungen beweisen zweyerley ziemlich offenbar. Erstlich eine verschiedne Verwandtschaft der Nerven der Sinne und der Bewegung zu dem — und + Galvanismus, und ferner doch ganz deutlich, daß die Metalle viel Antheil an der Erscheinung des Galvanismus haben, und den Galvanismus nicht bloß leiten. Bedient man sich anderer Körper, als Metalle, so beweist dieß nichts, denn auch diese können dieselbe Eigeschaft besitzen, den + oder — Galvanismus aufzunehmen und überströmen zu lassen. Ich bin daher sehr begierig auf Ihre Versuche, die Sie uns in der salzb. medic. chirurg. Zeitung versprachen, und wie Sie durch diese die Schwierigkeit heben, die hieraus gegen Ihre Meynung entspringt: „Der Galvanismus gienge von den Organen selbst aus.“ Meine andern Versuche scheinen Ihre Meynung sehr zu begünstigen, aber ich getraue mir, wie ich schon erinnert, in einer so verwickelten Materie noch nichts zu entscheiden.

Den Versuch, bester Freund, welchen Sie Seite 169. St. 3. B. 2. dieses Journals anführen, daß ein Froschschenkel a mit seinem Nerven auf ein armirtes Stück Muskel b gelegt, zuckt, wenn er lebhaft ist, und man die Nervenarmatur des Stücks b mit dem Muskel b in Vereinigung setzt, muß ich beynahe in Zweifel ziehen, weil die lebhafte Bewegung des Stücks b leicht bloß durch mechanischen Reitz wirken, ferner die unvermeidliche Feuchtigkeit, die sich längst den Schenkeln hinzieht, den Versuch leicht unrichtig machen können. Mir glückte zwar der Versuch unter mehreren Bedingungen, die ihn

aber immer unsicher machten. War das Stück b nicht sehr lebhaft, a hingegen noch in voller Reitzbarkeit, lagen beide Stücke auf einer Glasplatte, dann leitete die Feuchtigkeit und der noch sehr lebhafte Schenkel a stärker als b, und a bewegte sich, obgleich b ruhete. Brachte ich aber a auf eine andere Glasplatte, so ruhete dieser Schenkel.

Ob ich nach diesen Versuchen annehmen soll, daß dieß Fluidum Electrizität sey, oder ein eigenes; darüber bin ich, bester Humbold, noch mit mir selbst nicht eins, aber geneigter wäre ich doch für die electrische Natur zu entscheiden. Die große Aehnlichkeit, die der Galvanismus, so weit wir ihn kennen, mit der Electrizität hat, die Gleichheit zwischen den isolirenden Substanzen, unter denen höchstens die Flamme eine Ausnahme zu machen scheint, lassen dieß sehr vermuthen. Die mit der electrischen Natur nicht gut zu reimenden Erscheinungen werden erklärbarer, wenn man den sehr schwachen Grad von Electrizität bedenkt, der es seyn müßte, und daß es doch auch nicht ungereimt ist, anzunehmen, die Electrizität könne im thierischen Körper gezwungen werden, zugleich noch andern Gesetzen zu folgen, sie könne dort animalisirt werden. So etwas scheinen doch auch wirklich einige Versuche zu bestätigen; wie z. B. der, dessen ich oben erwähnte, wo die Zunge nichts empfindet, wenn ein lebender Frosch in den Zirkel tritt, wohl aber, wenn ein todter hinein kömmt. — Ich berührte im Anfange, daß ich an einem Tage, nämlich den 28sten August, so sehr glücklich in Versuchen gewesen wäre. Es war schon mehrere Tage drückend heiß gewesen, endlich kam aber ein Gewitter, welches über zwey bis drey Stunden anhielt, mit vielem Hagel. — Die Dunkelheit hinderte mich im Lesen, und ich glaubte diese Gelegenheit nutzen zu müssen, um zu sehen, ob das Gewitter nicht die Ver-

suche

suche begünstigte. — Ich hatte einen Frosch, der erst drey Tage im Wasser gesessen hatte, aber auch noch an- andere, die schon in einem stinkenden Wasser ohne Futter über 14 Tage zubrachten, und von denen ich einige Tages zuvor sehr matt bey den Versuchen befunden hatte. Aber sowohl der, welcher erst einige Tage gesessen hatte, als auch die andern, zeigten sich während dem Gewitter bey den Versuchen äußerst lebhaft. Versuche, die mir den Tag zuvor gar nicht gelingen wollten, z. B. wenn ich den in der einen Hand aufgehobenen Frosch mit einem Stücke Zink berührte, welches ich in der andern hielt, gelangen mir sogleich und anhaltend. Den Tag zuvor bedurfte es immer, daß zwey Metalle in Berührung dabey kamen. Auch selbst meine Zunge fühlte viel lebhafter und empfindlicher. — — Ich will aus einer so einzelnen Erscheinung, die ohnstreitig viel Unbestimmtes hat, nichts schließen; aber es verdient doch immer wiederholt zu werden, in wie fern die in der Luft enthaltene Electrizität die Versuche begünstigt. —

Diejenigen, welche den sauren Geschmack, der dem electrischen sehr gleich kommt, als Beweis für die electrische Natur des Galvanismus anführen, scheinen mir sehr in Irrthum zu seyn. — Diese Empfindung, so wie die des Sehens bey den Versuchen, beweist weiter durchaus nichts, als daß der Nerv des Sinnes gereitzt wird. Jeder einfache Reitz, der fähig ist auf die Nerven zu wirken, wird die diesem Nerven eigenthümliche Empfindung hervorbringen, und daraus schließen zu wollen, weil auf der Zunge die Empfindung eines Laugensalzes, oder einer Säure hervorgebracht wird, die Materie sey sauer oder alkalisch, würde eben so ungereimt seyn, als wenn man aus der Empfindung des Sehens schließen wollte, die Materie enthalte Lichtstoff. Der Sehnerv kann keine andere Empfindung, als die des

Sehens mittheilen, und gienge er vielleicht mit dem nämlichen Ursprung aus dem Gehirne ins Ohr, so würden wir bey einem Reitz desselben im Ohre die Empfindung des Sehens haben. Aus einigen Erscheinungen zu urtheilen, scheint es, daß der Sehnerv auch gar keiner andern Empfindung fähig ist, nicht einmal der des Schmerzes. — Sehen Sie mit offenen Augen in die Sonne, Sie empfinden keine Wärme im Auge, da doch die Sonnenstrahlen, wie durch ein Brennglas auf eine Stelle conzentrirt werden. Ja, bey der Ausrottung des Auges empfand der Kranke, während der Durchschneidung des Nerven, keinen Schmerz, und ich wollte beynahe im Voraus behaupten, die Kranken würden in dem Augenblick die Empfindung des Lichtes haben. — Die Schlüsse, die sich hieraus für die Physiologie der Sinne ziehen lassen, gehen mich hier nichts an, aber Sie werden doch leicht sehen, wie viel man daraus ziehen kann. — Daß man den Galvanismus auch zur Erkennung des schwarzen Staars, wenn dieser mit dem grauen verbunden ist, brauchen könnte, darauf war ich schon eher gerathen, als Herr Pfaff dieß anrieth. Ein Recensent der Salzb. medic. chirurg. Zeitung widerspricht zwar diesem, aber er widerspricht gar vielem, dem man gewiß nicht widersprechen kann. Ich will zwar nicht läugnen, daß selbst bey einem schwarzen Staare noch die Empfindung des Lichtes seyn kann, und ich machte den Versuch in der Hoffnung, daß noch Licht erscheinen würde, aber vergeblich. Aber entsteht auch die Empfindung von Licht, so würde ich mich gewiß sobald nicht abschrecken lassen, den Staar zu heilen. Bey dem, wo ich den Versuch anstellte, war das eine Auge schon seit mehreren Jahren ausgelaufen, doch sah der Kranke noch zuweilen mit diesem Auge des Abends, wenn schnell Licht in die Stube gebracht ward, aber nur einen Augenblick. Durch eine zurückgebliebene Spur der Hornhaut fiel in diesem Falle

noch

noch Licht ins Auge, aber es scheint, daß sich die Iris denn schnell zusammenzog und diese noch helle Oeffnung verschloß. An dem andern Auge litte der Mann an einem schwarzen Staar, wo außer mehreren Aerzten, auch unser großer Richter vergebens gebraucht war. — In dem ersteren Auge ihm eine Empfindung des Lichtes zu erwecken, glückte mir sogleich, aber in dem andern versuchte ich es öfters ganz vergebens. Wäre es geglückt, ich würde die Hoffnung, ihn noch zu heilen, nicht aufgegeben haben.

Ich habe, wie Sie schon gehört haben, auch Ihre Versuche mit dem Fliegenpflaster an mir selbst wiederholt, da diese dem Physiologen und Arzte besonders interressant sind. Ich glaube, daß eine geringere Reitzbarkeit meines Körpers mich nicht alle die unangenehmen Folgen in so einem Grade empfinden ließ, wie Sie sie bey den Versuchen erdulden mußten. Die Wunden wurden zwar gleich anfangs, nachdem ich angefangen hatte zu galvanisiren, sehr roth und schmerzhaft, und gaben bald, statt eines gelben Wassers, eine rothe Feuchtigkeit in großer Menge von sich, aber wo sie hinlief, oder wo ich Figuren mit dieser auf meinem Leibe mahlte, erschien keine blaue Röthe. — Nur in der Nähe der sehr gereitzten Wunden schien es einmal zu glücken. — Der ganze Umkreis der Wunde, auch wo eine Feuchtigkeit hinlief, ward äußerst roth und schmerzhaft. Nachdem ich am zweyten und dritten Tage die Versuche an den noch offenen Wunden wiederholt hatte, ward die untere sehr schmerzhaft, ganz braun, und weiter nach der Hand zu schwoll eine Stelle unter der Haut von der Größe eines Thalers in eine sehr schmerzende Geschwulst an, die heute am fünften Tage, seitdem ich die Pflaster legte, noch nicht verschwunden ist. Eigentliches Zucken der Muskeln sahe ich nicht; zwar fing mein Biceps einmal

an zu zucken, aber dieß rührte offenbar von der anhaltenden Anstrengung des Arms her, und verschwand, als ich diesen auf etwas stützte. Ich hatte dieselbe Empfindung, wie bey einem electrischen Schlage, nur viel schwächer, meist nach unten zu, selten, und nur undeutlich, nach oben, und wie ich schon erinnerte, nur von der Stelle aus, wo das Gold lag. Lag das Gold an der unteren Wunde, so war die Empfindung nie zwischen beiden Wunden, sondern noch immer unter der Wunde am Vorderarm. Deutlicher kann ich die Empfindung mit dem Gefühl vergleichen, welches das etwas heftigere Reiben der Nerven an der inneren Seite des Oberarms hervorbringt; ein Gefühl, welches sich auch nur nach unten zu erstreckt. — In den Wunden selbst fühlte ich ein Brennen und Stechen, da aber schon der mechanische Reitz der Metalle einen empfindlichen Schmerz machte, so kann mann weniger genau davon urtheilen, wie viel dem Galvanischen Fluidum zukömmt. Ich hätte überhaupt noch einmal große Lust zu versuchen, wie sich eine bloß gereitzte Wunde mit isolirten Substanzen verhält, um genauer zu bestimmen, wie viel Antheil der mechanische Reitz an den Erscheinungeu hat. — Armirte ich nur eine Wunde mit Gold, die Zunge mit Zink, und brachte diese beiden Metalle in Verbindung, so war mirs nicht möglich eine Empfindung von Zucken im Arme hervor zu bringen. Auch noch in diesem Augenblick versuche ich es vergebens mit Kohle und Zink an der noch eiternden Wunde, obgleich die Zunge den deutlichsten Geschmack empfindet. — Eine größere Unempfindlichkeit der bewegenden Nerven gegen die der Sinne, und überhaupt eine größere Unempfindlichkeit des menschlichen Körpers gegen den eines Frosches für das Galvanische Fluidum, ist wohl hiervon Ursache. Auch die Versuche, wo man den Mastdarm und die Zunge armirt, beweisen dieß. Ein Frosch hüpft hierbey in die Höhe, und mir brachte

brachte es nur ein gelindes Zusammenziehen im Mastdarm hervor. —

Was den Streit über die nöthige Verschiedenheit der Metalle oder Substanzen betrift, so bin ich sehr geneigt, mich auf Voltas Seite zu schlagen. Mir glückte der Versuch zwar sehr leicht, durch ein Stück Zink, mit dem ich beide Cruralnerven-Bündel ohne Muskelfleisch berührte, Zuckungen und zwar sehr deutlich hervorzubringen. Wenn ich aber das nämliche Stück Zink zum zweytenmale, und zwar mit denselben Stellen an die Nerven brachte, ruhete alles. Dieß widerfuhr mir jedesmal. Es konnte hieran durchaus nichts anders, als die Feuchtigkeit Ursache seyn, die sich von den Nerven dem Zinke mittheilte, und nun die Kette r, R, r, machte. Ich wischte also das eine Ende sorgsam ab, und nun hatte ich wieder Zuckungen und es stand bey mir, diese so oft hervorzubringen und zu hindern, wie ich wollte. Ich machte den Versuch wohl zwölfmal in Gegenwart eines anderen hinter einander, und nie schlug es fehl. — Kann sich bey Ihrem Versuch mit dem gereinigten Quecksilber nicht etwas ganz ähnliches zutragen, und wie ist es möglich dieser Einwendung zu entgehen? — Ihren Versuch mit einer Kette aus bloß thierischen Substanzen, habe ich nicht so wiederholt, wie Sie ihn vorgeschrieben haben; denn Sie sprechen von einer künstlich erhöheten Empfänglichkeit des Organs, wahrscheinlich durch Laugensalz. Aber ist dieß angewendet, so kann man unmöglich behaupten, daß bloß thierische Substanzen in die Kette traten, da nach Voltas Versuchen Wasser und Ol. Tartari p. d. ganz verschiedene Reitzer sind, und beide kommen ja bey dem Versuche in Berührung. Also traten hier wieder dieselben Bedingungen ein, als bey dem Experiment, wo Seife oder Blut auf der Brust liegt, und es wird nicht beweisend. — Ohne dieses Lau-

 gensalz

gensalz wollte mir der Versuch auch nicht gelingen; zwar hatte ich seitdem noch keine Gelegenheit Thiere aus dem Winterschlafe zu wecken, und unter diesen Umständen Versuche zu machen, kann also, bis sich mir diese Gelegenheit zeigt, noch nichts hierüber mit Zuverlässigkeit sagen. — Nur was ich gegen diese Versuche einzuwenden habe, ist die Erscheinung, daß doch noch von keinem unleugbar bewiesen ist, daß nicht zwey Substanzen nöthig wären, und alle eingestehen müssen, daß bey größerer und deutlicherer Verschiedenheit der reitzenden Substanzen auch die Wirkung heftiger ist, und daß man ferner durch Stoßen und Reiben einer Substanz die nöthige Verschiedenheit mittheilen kann, (einer Ihrer schönen Versuche,) der aber doch auch sehr dawider spricht, daß die Erscheinungen von den Organen ausgehen. — Ich will dadurch gar nicht leugnen, daß nicht ein Stück Muskelfleisch, oder Nerv, auch einen Reitzer abgeben kann; denn wer wollte es wagen zu leugnen, daß nicht auch diese Substanzen einen gewissen Grad des einwohnenden Galvanismus haben können, der während ihres Lebens vielleicht + ist, wenn er nach dem Todte — E wird, aber deshalb noch nicht das Leben selbst zu seyn braucht. —

Ich habe noch nicht Gelegenheit gehabt, Versuche mit dem Turmalin, oder dem wirklichen Magnetismus, in Rücksicht des Galvanismus anzustellen, was Sie vielleicht schon gethan haben, und dadurch doch nicht weiter kamen. Gelangt man durch sie auch zu nichts, denn erfährt man durch sie doch wenigstens, daß der Galvanismus nicht mit ihnen verwandt ist. — Ich werde mir die nöthigen Sachen, mit denen ich eben nicht versehen bin, verschaffen, und dann versuchen, wohin mich dieß führt.

Was

Was Ihren Versuch wegen des empfindlichen Wirkungskreises oder der Atmosphäre der Nerven betrift, so muß ich gestehen, daß mir, ehe ich Versuche darüber angestellt hatte, dieß sehr plausibel schien. Ich war auch so glücklich, es sogleich bestätigt zu sehen, konnte aber unmöglich hindern, daß sich bey der Zurichtung zu dem Versuche nicht Feuchtigkeit zwischen die beiden Nervenenden schlich, die als Leiter diente und den Versuch ungewiß machte. — Ich nahm, um diesen auszuweichen, zwey verschiedene Glasplatten, legte den armirten Nerven ganz an den Rand des Glases, so daß er etwas überstand, und auf die andere Glastafel eben so den armirten Schenkel, brachte nun beide Enden so nahe als möglich zusammen, ohne daß sie sich jedoch berührten, konnte so aber nie eine Bewegung hervorbringen. — Der Versuch mit dem Stück Muskelfleisch, welches Sie in der Entfernung wirken sahen, gelang mir auch nicht. Ich sahe zwar den Muskel bey sehr lebhaften Fröschen, zuweilen zittern, auch wenn ich mit Gold in seine Nähe kam; aber dieß Zittern hörte nicht gleichmäßig auf, wenn ich das Gold entfernte. Ich muß daher, um mich hiervon zu überzeugen, nothwendig diesen Versuch öfter und unter Umständen gelingen sehen, wo man keine Täuschung erwarten darf; denn so sehr Sie, liebster Freund, auch Recht haben, daß ein gelingender Versuch mehr beweist, wie zehn mißlungene, so gilt doch dieser Satz da nicht, wo man offenbar dieselbe Erscheinung auch zufällig erwarten darf. In diesem Falle müssen die Versuche doch gehäufter seyn, um etwas zu beweisen.

Ihre Entdeckung, die Reitzbarkeit oder vielmehr die Nervenkraft wieder herzustellen, sind bezaubernd und verdienen den größten Dank, — da sie in der Praxis angewendet, so heilsam sind, und überdem wegen der Wirkungsart noch mancher räthselhafter Mittel so viel

Aufschluß geben. Mir glückte der Versuch bey einem ermatteten Frosche mit rauchender Salzsäure und Ol. Tart. p. d. und zuletzt mit einer Auflösung von Lapis causticus eilfmal, selbst als der Schenkel schon ganz steif war. — Ich glaubte zuletzt, es gienge ewig. — Betäubte ich den Nerv mit Opium, dann erweckte ich die Nervenkraft durch Laugensalz. — Dieser Versuch giebt uns ein schnelles und sicheres Gegenmittel wider das Opium. — Statt der Salzsäure nahm ich Phosphorsäure, aber ohne Erfolg. Noch indem ich dieses abschreibe, kann ich Ihnen, lieber Freund, die Nachricht geben, daß ich seitdem in einem Falle, wo die heftigsten Convulsionen, die nach Furcht entstanden waren, und wo die besten krampfstillenden Mittel mehr zu schaden schienen, sogleich mit dem Oleo Tart. p. d. half. Ich gab es zu 10 bis 25 Tropfen bey einem Kinde von drey Jahren. Ich habe gestern Herrn Hofrath Hufeland den Fall für sein Journal geschickt, da die Wirkung so auffallend war. — So viel! —

Sie erinnern sich wohl noch, lieber Humboldt, daß Sie mich in Wien, als wir dort gemeinschaftlich einige Cabinette besahen, darauf aufmerksam machten, daß die meisten, oder alle fossile Backenzähne der Elephanten, der Raçe zugehörten, deren Kronen geschlängelte Erhabenheiten hätten, und nie sey Ihnen ein fossiler Backenzahn mit rhomboidalischen Erhabenheiten vorgekommen. Ich traf einen solchen in Stutgardt an, der nebst mehrern Knochen in Kannstadt, eine Stunde von da, ausgegraben war. Aber ganz offenbar war er neuern Ursprungs, denn der Schenkelknochen schwitzte noch Fett aus. Sollte dieses Gerippe nicht einem Elephanten aus den Zeiten der Römer zugehören, denn später ist doch wohl wahrscheinlich keiner in die Gegend gekommen, noch weniger einer mit rhomboidalischen Kronen, da alle

neuere

neuere geschlängelte Ergebenheiten haben? Der Schenkelknochen war klein, wohl nicht über 2½ Fuß hoch, nicht wie der in Wien, der 5 Fuß maß. — Plinius sagt, die Römer hätten sich der asiatischen Elephanten bedient, aber auch zuweilen der afrikanischen, die viel kleiner wären. — Ein Freund von mir, der die Aufsicht über das Kabinet hat, Herr Dr. Autenrieth wird uns nächstens näher mit diesen Knochen und den anderen fossilen Knochen vom Ohio-Thiere, die sich dort befinden, bekannt machen. Er lernte in dieser Absicht Kupferstechen, und hat mir schon einige nette Proben übersandt. Vielleicht kommt es auch dazu, daß die schönen Zeichnungen, die mein Bruder von den Knochen dieses Thiers besitzt, bekannt gemacht werden, und ich denke, dann wird man eine ziemlich vollständige Osteologie dieses Thiers erhalten.

Ihr ergebenster

G. Ph. Michaelis.

2.

Bemerkungen über Herrn Professor Hube's Erklärung der Ebbe und Fluth,

von

Herrn Friedrich Carl Fulda.

Die Erscheinungen der Ebbe und Fluth sind bisher als ein solcher Triumph der Neutonischen Philosophie angesehen worden, daß sowohl jede Erklärung derselben, die, obgleich aus der allgemeinen Anziehungskraft der Materie hergeleitet, doch den Neutonischen Grundsätzen nicht vollkommen beystimmt, als noch vielmehr, jeder Vorwurf, der dem Neuton in dieser Absicht gemacht wird, alle Aufmerksamkeit verdient. Diese Bewandniß hat es mit der vom Herrn Professor Hube in seinen Briefen über die Naturlehre *) aufgestellten eigenen Meynung. Wer die Absicht hat, sich mit den Gründen dieser so höchst wichtigen Naturerscheinung im Ganzen bekannt zu machen, den müssen nothwendig die Vorwürfe, die Herr Professor Hube bey dieser Gelegenheit den ältern Naturforschern macht, zu einer Vergleichung beider Meynungen veranlassen, und diese Absicht kann wenigstens mich entschuldigen, eine Stelle eines schon seit mehre-

*) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. In einer Reihe von Briefen an einen jungen Herrn von Stande. III. Th. S. 240. ff.

mehreren Jahren beliebten Buches zu nützen. Der Geist, womit Neuton diesen Gegenstand mit einemmal umfaßte, und der sich erst aus der Geschichte der ältern Hypothesen in seinem vollen Glanze zeigt, muß Bewunderung erregen, obgleich Neuton sich damit begnügte, in der Kürze die vornehmsten Umstände dieser Erscheinung anzuführen, und ihren Zusammenhang mit der allgemeinen Schwere zu zeigen, daher den spätern Naturforschern noch manches zu ergänzen übrig blieb. Herr Professor Hube sagt selbst: „Eine der merkwürdigsten Erscheinungen, welche das wechselseitige Anziehen der himmlischen Körper unter einander beweist, ist die Ebbe und Fluth. Sie zeigt aufs deutlichste, daß der Mond mit Kräften auf die Erde zurückwirkt, welche denen, durch welche die Erde den Lauf des Mondes stöhrt, vollkommen ähnlich sind.“ Dennoch beschuldigt Er aber den Neuton, und alle seine Nachfolger, L. Euler, Maclaurin, Daniel Bernoulli u. a. deren vortrefliche Schriften der 1740 von der Academie der Wissenschaften zu Paris ausgesetzte Preis veranlaßte, daß sie bey Erklärung dieser Erscheinung des wahren Gesichtspuncts verfehlt hätten, indem hier nicht sowohl die Frage sey, woher es komme, daß das Meer an einem Orte höher, an dem andern niedriger stehe, als vielmehr welche Ursache so gewaltsame und so sonderbare Bewegungen in dem Meere hervorbringe. Man könnte durch diese Distinction gar leicht auf den Gedanken geleitet werden, es hätten alle diese große Männer auf die Bewegung der Erde um ihre Achse gar keine Rücksicht genommen, und diese obgleich so glückliche Erklärungen und Berechnungen wären bloß für die stille stehende Erde, für den Stand des Meeres gegen den Mond, nicht für seine Bewegung gegeben worden, welches doch keinesweges der Fall war.

Stellt

Stellt man sich, da die Kraft des Mondes nur auf die Verschiebbarkeit der Wassertheilchen an einander zu wirken vermag, um diese Erscheinung im Ganzen hinreichend erklären zu können, die Erde als eine mit Wasser umgebene Kugel, und den Mond in der Ebene ihres Aequators vor, welches, wie Herr Professor Hube selbst sagt, sehr leicht anzunehmen ist, da er sich nie merklich von derselben entfernt, so werden, da die Distanz des Mondes von dem Mittelpunkt der Erde ungefähr 60 Erdhalbmesser beträgt, diejenigen Punkte des Aequators, welche nur 59 Erdhalbmesser von dem Mond entfernt sind, ihn also ungefähr in ihrem Zenith haben, am stärksten, diejenigen Punkte des Aequators hingegen, welche 61 Erdhalbmesser von dem Mond entfernt sind, denen er also ungefähr im Nadir steht, am schwächsten angezogen, daher wird das Wasser in den ersteren sich erheben, in den letzteren aber gegen die ersteren zurücke bleiben, folglich sowohl in diesen als jenen eine Fluth, in denen zu beiden Seiten 90° von ihnen entfernten Punkten, welchen durch diese Erhebung das Wasser entzogen wird, eine Ebbe entstehen.

Hierbey ist nun bloß auf die Verminderung und Vermehrung der Schwere der Wassertheilchen gegen den Mittelpunkt der Erde durch den Mond Rücksicht genommen, und nur die Frage beantwortet, warum das Meer unter dem Aequator an einem Orte höher, an dem andern niedriger stehe. Es ist aber auch dieses nichts mehr, als die einfachste Vorstellung, die man sich von dieser Sache machen kann, und die man gewöhnlich giebt, um zu zeigen, wie man sich in der Kürze von dem Erfolg dieser Erscheinung aus der Wirkung des Mondes auf die Erde überzeugen könne. Sehr ungerecht aber scheint mir Neuton und noch mehr Euler, Maclaurin u. a. beschuldigt zu werden, daß sie allein bey

dieser

dieser Vorstellung stehen geblieben, und andere Kräfte, die bey Umdrehung der Erde um ihre Achse dieser Bewegung des Meeres behülflich oder hinderlich wären, gar nicht in Betrachtung gezogen hätten. Ich glaubte dieses voranschicken zu müssen, um desto leichter den Gesichtspunkt, aus welchem Herr Professor Hube die ältern Erklärungen zu betrachten scheint, mit den seinigen vergleichen zu können. Will man nun in dieser Untersuchung weiter gehen, so läßt sich ohne Zweifel auf folgende Art am sichersten die gemeinere Meynung mit der von Herrn Professor Hube vereinigen.

1. Es sey ADBE (Fig. 1.) der Aequator der Erde, L der Mond in der Ebene desselben. Die Erde drehe sich um ihre Achse nach der Richtung EADB, und M sey irgend ein Punkt oder ein Wassertheilchen unter dem Aequator, welches nach den Gesetzen der Schwerkraft von L nach der Richtung ML, und von C nach der Richtung MC in umgekehrtem Verhältniß der Quadrate der Entfernungen angezogen wird. Diese Kraft nach ML löse man in zwey andere MP, MG; die Kraft nach der Richtung MC aber in MP, MF, auf; so wird von den beiden letzteren MG, MF, die eine durch die andere vermindert, daraus folgt eine geschwächte Kraft MH. Die beiden ersteren MP aber wirken zugleich nach einerley Richtung, und geben eine verstärkte MN. Die mittlere MT dieser Kräfte MH, MN, ist nun eigentlich diejenige, die das Gleichgewicht, in welchem der Punkt M gegen die übrigen steht, aufhebt (vis perturbatrix); und diese giebt eine Tangentialkraft MQ, und eine Veränderung in der Schwere MR, auf welche beide unser Augenmerk allein gerichtet seyn muß.

2. Diese Zerlegungsart der auf dem Punkt M wirkenden Kräfte bediente sich Euler *), und es ist leicht zu erach-

*) Recueil des pieces qui ont remporté les prix de l'Acad. Roy. des scienc. T. IV. p. 258.

erachten, daß diese als Schwerkräfte auf ihn wirken müssen, er mag in Ruhe oder durch eine andere Kraft bereits in Bewegung gesetzt seyn. Auch lassen sich ihre Größen durch das allgemeine Gesetz der Anziehungskraft leicht berechnen. Euler findet die Tangentialkraft MQ, welche V heisse, wenn die Distanz des Mondes von dem Mittelpunkt der Erde CL = a, die Ziehkraft des Mondes gegen die Erde = S, und CP = x, PM = y, ist.

$$V = \frac{3\,Sxy}{a^3\sqrt{(x^2+y^2)}}.$$

Die Veränderung der Schwere MR, welche W heisse:

$$W = \frac{S(y^2 - 2x^2)}{a^3\sqrt{(x^2+y^2)}}.$$

3. Drückt man diese Größen der Erleichterung folgender Untersuchungen wegen durch den Winkel MCE = α aus, und setzt den Halbmesser der Erde MC = r, so erhält man, da x = r. Sin. α
y = r. Cos. α

$$V = \frac{3\,rS}{2\,a^3}.\ \text{Sin.}\ 2\,\alpha.$$

$$W = \frac{rS}{a^3}.\ (3\ \text{Cos.}\ \alpha^2 - 2).$$

4. Diese erstere, oder die Tangentialkraft V ist es nun, welche die Schwungkraft stöhrt, die der Punkt M bey seiner Umdrehung um den Mittelpunkt C hat, und welche derjenigen, welche die Variation des Monds bewirkt, vollkommen ähnlich ist, wie leicht erhellet, wenn man sich in C die Erde, in L die Sonne, in M aber den Mond in seiner Bewegung um die Erde vorstellt; und diese Kraft ist es, welcher Herr Professor Hube allein das Vermögen zuschreibt, das Meerwasser in Bewegung zu setzen, also Ebbe und Fluth hervorzubringen,

gen, da hingegen Euler auf die Verbindung beider Kräfte Rücksicht nahm, und daraus die Höhe, zu welcher das Wasser erhoben wird, berechnete. Betrachtet man nun aber, da Herr Professor Hube bloß einer dieser Kräfte gedenkt, jede für sich allein, so fragt sich, welche das meiste zu einer so regelmäßigen Bewegung im Meere beytrage?

5. Diese beide Kräfte (3) ändern sich, indem der Punkt M nach der Richtung EADB um C läuft, und der Winkel MCE oder der Bogen EM $= \alpha$ sich ändert, und zwar ist

1) die Tangentialkraft $V = 0$, wenn

$$\left.\begin{array}{l}\alpha = 0.\\ \alpha = 90^\circ.\\ \alpha = 180^\circ.\\ \alpha = 270^\circ.\end{array}\right\}$$ oder wenn M in E, A, D, und B ist;

Hingegen ist V in der Mitte zwischen diesen Punkten allezeit am größten; $V = \frac{3\,r\,S}{2\,a^3}$. Zwischen E und A, und D und B ist V positiv, daher wird daselbst die eigenthümliche Schwungkraft vermehrt. Zwischen A und D, und B und E aber ist V negativ, daher wird daselbst diese Schwungkraft vermindert.

2) Die Schwerkraft W (3), die der Mond bewirkt, ist $W = 0$, wenn

$$3\ \text{Cos.}\ \alpha^2 = 2.$$

also $\text{Cos.} = \sqrt{\tfrac{2}{3}} = 0{,}81649..$ oder wenn

$$\left.\begin{array}{l}\alpha = 35^\circ.\ 16'.\\ \alpha = 144^\circ.\ 44'.\\ \alpha = 215^\circ.\ 16'.\\ \alpha = 324^\circ.\ 44'.\end{array}\right\}$$ ist.

An diesen Stellen wird also die eigenthümliche Schwere der Wassertheilchen gar nicht gestöhrt. Diese Schwerkraft ist aber auch negativ am größten, $W = -\frac{2rS}{a^3}$, wenn Cos. $\alpha = 0$, also $\left\{\begin{matrix} \alpha = 90^\circ. \\ \alpha = 270^\circ. \end{matrix}\right\}$ ist, oder in A und B, wo daher die Schwere der Wassertheilchen gegen den Mittelpunkt C vermindert wird. Und diese Schwere ist endlich positiv am größten, $W = \frac{rS}{a^3}$, wenn Cos. $\alpha = 1$; also $\left\{\begin{matrix} \alpha = 0 \\ \alpha = 180^\circ \end{matrix}\right\}$ ist, oder in E und D, wo daher die Schwere der Wassertheilchen gegen den Mittelpunkt C vermehrt wird.

6. Setzt man die eigenthümliche Schwere unter dem Aequator = 1; so ist die Schwere

$$\text{in E und D} = 1 + \frac{rS}{a^3}$$

$$\text{in A und B} = 1 - \frac{2rS}{a^3}$$

$$\text{ihr Unterschied} = \frac{3rS}{a^3},$$

oder da für $r = 1$. $a = 60$ ist, beträgt dieser $\frac{1}{72000}$ der Ziehkraft des Mondes gegen die Erde, welches freylich nur geringe, doch aber als eine stuffenfolgende Wirkung von E bis A und D bis B immer einiges zur Bewegung des Wassers beytragen mag. Daß aber Euler die Schwäche dieser Kraft sehr wohl gefühlt, beweist dieß, daß er bey der Bestimmung der durch diese Kräfte gebildeten Gestalt der Erde diese ganz aus der Acht ließ, und nur die eigenthümliche Schwere mit der geänderten Schwungkraft verglich.

7. Leitet man die Fluthen allein aus der ersten Kraft (3) her, so ist die größte Kraft, die sie bewirkt: $V = \frac{3 r S}{2 a^3}$ (5).

Werden aber die Fluthen allein aus der zweyten Kraft (3) hergeleitet, so ist diese größte Kraft: $W = -\frac{2 r S}{a^3}$, (5) nur in sofern negativ, als sie der Schwere gegen C entgegenwirkt.

Es verhalten sich also diese beiden größten Kräfte = 3 : 4. Daher ist der letztere um $\frac{1}{4}$ stärker als die erstere; da aber die Schwungkraft selbst nur $\frac{1}{289}$ der Schwere ist, so wird eine obgleich geringere Veränderung in ihr weit auffallender als eine Veränderung in der Schwere seyn, und dieß giebt ohnstreitig der Meynung des Herrn Professor Hube ein Hauptgewicht.

8. Bisher wurden bloß die Größen dieser Kräfte, mit welchen der Mond auf die Wassertheilchen wirkt, und ihre Richtungen unter einander verglichen. Nimmt man nun auch auf die Zeit Rücksicht, in welcher diese Kräfte ihre größten Wirkungen äußern, so sieht man leicht, daß, wenn man die Ebbe und Fluth bloß aus der ersten Kraft (3), wie Herr Professor Hube herleitet, die größte Fluth in der Mitte zwischen E und A, und zwischen D und B, wo die Beschleunigung am größten, also da M zu seinem ganzen Umlauf 24 Stunden gebraucht, drey Stunden eher erfolgen müßte, als der Mond durch den Mittagskeis geht. Leitet man hingegen diese Erscheinung allein aus der zweyten Kraft (3) her, so muß die größte Fluth in demselben Zeitpunkt erfolgen, in dem der Mond durch den Mittagskreis geht. Eben diese Bewandniß hat es mit der Ebbe in D und E. Nun ist es eine allgemein bekannte Beobachtung, die Herr

Professor Hube selbst erwähnt, daß diese größten Fluthen in dem Ocean des heissen Erdstrichs erst $2\frac{1}{4}$ Stunde nach dem Durchgang des Mondes durch den Meridian erfolgen, und diese Erscheinung wird sehr natürlich einer Verspätigung der Wassertheilchen, einem Aufwand zuzugeschrieben, den die Kraft des Mondes auf Ueberwindung ihrer Trägheit wenden muß. Sollte diese Trägheit eine Verspätigung von $5\frac{1}{2}$ Stunde verursachen, und nicht nur einer geringern Wirkung fähig seyn, da nur geringe Kraft zur Verschiebung der Wassertheilchen an einander erfordert wird, und sollte nicht dieses beweisen, daß man des wahren Gesichtspunkts nicht gänzlich verfehlt, wenn man mit der Schwungkraft auf die Schwere zugleich Rücksicht nimmt, indem die zunehmende Verminderung der Schwere zu Beschleunigung der Schwungbewegung von E bis A beyträgt?

9. Da Herr Professor Hube ferner S. 243 sagt, das Meerwasser müßte, wenn man nämlich die Ebbe und Fluth nach der alten (Neutonischen) Meynung erklärte, von unten an beiden Seiten durch 1350 geographische Meilen fortfliessen, um die gehörige Erhöhung unter dem Monde zu bilden, und wie es möglich sey, daß diese Erhöhung jetzt zu Stande kommen könne, da die Erde sich in 24 Stunden um ihre Achse dreht? so könnte mancher hieraus leicht den Schluß machen, die ältern Naturforscher hätten sich vorgestellt, das Meerwasser schieße täglich in Zeit von sechs Stunden von E und D bis A durch 1350 geographische Meilen vor, bloß aus der Anziehungskraft des Mondes getrieben, und bilde alsdenn durch seinen Zusammenfluß in A diese Erhöhung von 10 — 12 Fuß unter dem Monde. Dieser Schluß könnte manchem, insbesondere Anfängern, denen doch diese lehrreichen Briefe vorzüglich bestimmt sind, und die nicht immer Zeit und Muße haben, die

Sache

Sache selbst aus ihren Quellen näher zu prüfen, von der so berühmten und allgemein anerkannten Neutonischen Erklärung der Ebbe und Fluth schlimme Begriffe beybringen. Daß aber diese mit jenem Gedanken gar nicht zusammenhängt, beweisen obige (3) von Euler gefundene Formeln sehr deutlich, deren erstere, welche Herr Professor Hube allein gebrauchte, die Richtung der Schwere wirklich ändert, die zweyte aber diese in ihrer Richtung geänderte Schwere eines Punktes M, indem er von E bis A in seiner Bewegung um C geht, nach und nach immer mehr und mehr vermindert, daher auch seine eigenthümliche Schwungkraft von E bis A nach und nach vermehrte, bis sie in A am größten wird, woraus nothwendig in A sich das Wasser allmählig erheben, und wenn M gegen D über A hinausgeht, diese Erhöhung sich nach und nach nicht nur verliehren, sondern indem die Schwere gegen D hin vermehrt, die Schwungkraft vermindert wird, das Wasser sogar in seiner Bewegung zurückgehalten werden muß.

10. Auf diese Art tragen beide Kräfte zu dieser merkwürdigen Erscheinung bey, und es war hier niemals meine Absicht, die Meynung des Herrn Professor Hube von der vorzüglichsten Einwirkung der ersten Kraft zu widerlegen, sondern bloß zu zeigen, daß auch Euler u. a. schon eben diese Gedanken hatten, und daß sie, wenn sie auf Verminderung und Vermehrung der Schwere Rücksicht nahmen, ungerecht einer Verfehlung des wahren Gesichtspunkts beschuldigt werden. Die durch diese Kräfte gebildete Afterkugel unserer Erde, welche Herr Professor Hube für ein bloßes Werk der Einbildung erklärt, ist freylich auch nichts anders, und der Weg sie zu bestimmen eine bloß speculative Untersuchung, welche, wenigstens wenn sie auf diesem Wege angestellt wurden, den Euler und Maclaurin befolgten, noch

 immer

immer ihren sehr großen Nutzen stifteten. Daß es sich damit nicht wirklich so verhält, scheint mir keiner Widerlegung zu bedürfen, genug, daß es sich damit so verhielte, wenn die Erde auch bey ihrer Umdrehung um eine Achse eine vollkommene und ganz mit Wasser umflossene Kugel wäre, ob sich gleich hier wiederum die eigne Beschaffenheit dieser flüssigen Materie mit hineinmischt. Wir sind überhaupt — nach dem Ausspruch eines unserer größten deutschen Naturforscher — den Erscheinungen zu nahe, die uns hier interessiren, wir beobachten sie gleichsam mikroscopisch, und bemerken folglich die Abweichungen von dem Hauptgesetze deutlicher, als das Hauptgesetz selbst. Die Afterkugel muß immer die Basis bey dieser Betrachtung bleiben, so wie die Ellypse selbst bey so leichten Körpern, als die Cometen sind, immer die Basis bleibt, ob es gleich nicht bloß wahrscheinlich, sondern wohl gewiß ist, daß wegen der Menge von Stöhrungen, kein einziger in einer Ellypse geht.

11. Daß auch Maclaurin eben den Gedanken von dem Einfluß des Monds auf die Schwungkraft der Wassertheilchen hatte, beweist mir folgende Stelle in Sect. IV. seiner Preisschrift *): „Ob motum terrae diversa est ratio aestus maris. Hinc enim aqua nunquam fit in aequilibro, sed perpetuis motibus agitur. Dum aquae moles revolvitur motu diurno, augentur vires, quibus ascensus ejus promovetur in transitu aquae a locis D et E ad A et B, et in his locis evadunt maximae; ascensus tamen aquae prorogari videtur, postquam hae vires minui coeperunt usque vere ad loca, ubi hae vires equipollent viribus quibus deprimitur infra altitudinem, quam naturaliter obtineret, si nulla vi extranea motus aquae perturbaretur; adeo ut motus aquae considerari posset tanquam libratorius, et tantundem fere ascendat viribus, quibus eleva-

*) Recueil des pieces de prix. T. IV. p. 224.

elevatur, decrescentibus, quam iisdem crescentibus." — Es hat also auch dieser große Mann des wahren Gesichtspunkts nicht verfehlt, ob er gleich zuvor die Möglichkeit der Bildung der stillstehenden mit Wasser umgebenen Erde in eine Afterkugel auf eine sehr scharfsinnige Art erwiesen hat.

12. Endlich verglich selbst Neuton die Bewegung des Meeres mit der des Mondes in einem Corollario der allgemeinen Auflösung der Aufgabe von drey Körpern *), auf welches er sich in der Folge unter der Aufschrift: Fluxum et Refluxum maris ab actionibus Solis ac Lunae oriri debere **), unbedingt beruft, mit folgenden Worten: „Fingas jam globum corporis C ex materia non fluida constantem ampliari et extendi usque ad hunc annulum (ADBE), et alveo per circuitum excavato continere aquam, motuque eodem periodico circa axem suum uniformiter revolvi. Hic liquor per vices acceleratus et retardatus in Syzygiis velocior erit, in Quadraturis tardior quam superficies globi, et sic fluet in alveo refluetque ad modum Maris etc. ***). — Er betrachtete also jedes Wassertheilchen als einen Trabanten der Erde, der in seiner Bewegung um ihren Mittelpunkt ebendenselben Anomalien unterworfen ist, welche sich bey dem Monde zeigen.

13. Was die Erscheinung der Ebbe und Fluth unter dem Parallelkreise und die Beobachtung anbetrift, nach welcher die Fluthen in beiden Hälften der Erdkugel

 zwi-

*) Philosophiae natur. principia mathem. L. I. Sect. XI. Prop. LXVI. Coroll. 19.

**) Lib. III. Prop XXIV.

***) Ich bediene mich hierin einer Figur, und daher dieser Buchstaben, die jeder so leicht hier mit den Neutonischen und (11) mit den von Maclaurin wird vergleichen können, als er sich in C, M, und L, 3 besondere Körper vorstellen kann.

zwischen den 40sten und 50sten Graden der Breite am allergrößten sind, so war diese dem Euler eben so wenig, als wohl überhaupt einem ältern Naturforscher bekannt, da er S. 325 sagt: „In regionibus autem ab aequatore remotis invenimus magnitudinem aestus tenere rationem duplicatam cosinuum elevationis poli, unde sub elevatione poli 45° magnitudo aestus circiter duplo erit minor quam sub ipso aequatore, cujus veritas in locis a littoribus aliquot milliaria remotis per experientiam eximie comprobatur." Sie wäre auch nach der gemeinen Theorie, wenn man darunter die (9) erwähnte Vorstellung versteht, eben so wenig, als unter dem Aequator zu begreifen. Da aber, wie ich bisher zeigte, die gemeine Meynung mit der von Herrn Professor Hube sehr wohl übereinstimmt, so wird jeder, dem die Erscheinung aus dieser begreiflich wird, sie eben so aus jener herleiten. Indessen scheint es mir zu keiner Bestätigung der Theorie des Herrn Prof. Hube zu gereichen, wenigstens viele zufällige Umstände sich einzumischen, wenn die Fluth am Vorgebürge der guten Hoffnung nur höchstens auf drey Fuß, und schon an der Magellanischen Meerenge auf 20 — 25 Fuß steigen soll, da doch die Lage dieser beiden Orte kaum 20 Grade südlicher Breite verschieden ist, und noch mehr das Vorgebürge der guten Hoffnung eben so nahe jenseits, als die Magellanische Meerenge diesseits den 45sten Grad der Breite liegt, also die Fluth an beiden Orten ungefähr gleich seyn sollte. Da es aber mir keineswegs zukommen kann, die in einem mit so vielem Recht beliebten Buche geäußerte Meinungen in Zweifel zu ziehen, so begnüge ich mich, die Gedanken älterer Naturforscher gerechtfertigt zu haben.

Göttingen, im October 1796.

3.

Einige Bemerkungen

zu

Herrn Johann Gottfried Voigt Beobachtungen und Versuche über farbiges Licht, Farben und ihre Mischung,

(3ter Band 3tes Heft Seite 235 — 298.)

vom

Herrn Dr. Richter,

Königl. Preuß. Berg-Probierer.

Unter den sehr interessanten Aufsätzen oberwähnten Heftes, war mir der von Herrn Voigt dießmal darum der interessanteste, weil ich bereits vor zwey Jahren in meiner Phlogometrie (S. 179 in der letzten Anmerkung) den Wunsch äußerte, die quantitativen Verhältnisse zwischen Wärmestoff und Brennstoff nicht nur im Lichte, sondern auch in den Farben, die ich S. 177 und 178 bloß durch eine Funktion in Buchstaben ausdrückte, bestimmen zu können. Ich vermuthete in Herrn Voigts Aufsatze nichts so wenig, als mein in der Thermometrie und Phlogometrie (oder 2ten Abschnitt der reinen Stöchiometrie) aufgestelletes System zu finden; um desto erfreulicher ist es mir, da ich dasselbe in der Voigtischen Abhandlung ganz unverfälscht antreffe; man müßte denn dieß als eine Veränderung betrachten wollen, daß Herr Voigt dasjenige, was, indem es sich mit Wärmestoff neutra-

neutralisirt, das Licht, also Lichtstoff bildet, nicht nach meinem auch in Herrn Professor Grens Chymie recipirten Ausdruck Brennstoff, sondern Lichtstoff nennet, und auf diese Weise Lichtstoff von reiner Lichtmaterie, (welche letztere meines Erachtens mit dem Lichtstoff, aber nicht mit Brennstoff einerley Sache bezeichnen muß,) zu unterscheiden scheint.

Es ist mir an der Voigtischen Abhandlung vornämlich dreyerley außerordentlich schätzbar:

1) Daß Herr Voigt mit mir so gleichförmig denkt. Als ich dessen Abhandlung las, wähnete ich, bey den Gegenständen, die ich in der Phlogometrie abgehandelt, mich selbst zu lesen: Ein evidenter Beweis, daß zwey Menschen gleiche Begriffe entwickeln, gleiche Schlüsse daraus ziehen, auch öfters gleiche Vorstellungsart im Vortrage zeigen können, die mit einander in keinem Commercio stehen; denn daß Herrn Voigt meine Phlogometrie unbekannt ist, erhellet daraus deutlich genug, daß er nicht nur der in Buchstaben ausgedrückten quantitativen Verhältnisse zwische Wärmestoff und Brennstoff, im Lichte und den Farben, sondern auch mehrere andrer bereits in der Phlogometrie abgedruckten erwiesenen Urtheile so erwähnt, als wenn meine Phlogometrie nicht vorhanden wäre, und er sie also zuerst gedacht habe. Ich finde demnach in Herrn Voigts gründlicher Abhandlung einen collateralen Beweis für die Wahrheit meiner phlogometrischen Sätze, welche ohnehin schon feste stehen.

2) Daß Herr Voigt durch seinen lehrreichen Aufsatz meine Plogometrie der Vergessenheit entrissen. Mir ist keine Recension über dieses Stück meiner Schriften zu Gesichte gekommen, und daß dieses Stück wenig bekannt ist, davon belehrte

lehrte mich mein Herr Verleger, der mir aus seinen Büchern bewies, daß er von dieser nur eilf Bogen starken Schrift von 500 Exemplaren nicht mehr als 118 unterbringen können, und die Stöchiometrie (oder Meßkunst chymischer Elemente), die er ungangbare Waare nennt, als einen Ladenhüter nicht weiter fortsetzen will. (Deshalb wurde ich auch genöthiget, die stöchiometrischen Wahrheiten unter einer andern Firma dem chymischen und physischen Publikum bekannt zu machen). Ich habe es demnach dem Herrn Verfasser des so gründlichen Aufsatzes zu danken, wenn hierdurch meine phlogometrische Theorie aus dem Staube hervorgezogen wird.

3) Daß Herr Voigt mein System erweitert und durch so zweckmässig angestellete Versuche die Verhältnisse in Zahlen auszudrucken sich bemühet hat, die ich nur in Buchstaben auszudrücken vermochte.

Die Abhandlung des Herrn Voigts hat für mich zu großen Werth, als daß mir nicht bey aufmerksamem Durchdenken derselben noch verschiedene Bemerkungen eingefallen seyn sollten, die ihren Werth noch mehr in Anschauung stellen. Ich theile diese Bemerkungen nicht nur deswegen, sondern auch in der Absicht mit, um die Uebereinstimmung des Voigtischen Denkens mit meiner vor zwey Jahren in der Phlogometrie abgedruckten Gedankenfolge desto deutlicher zu zeigen.

Anmerkung. Indem ich jetzt weiter rede, beziehen sich die schlechthin citirten Seitenzahlen auf das 3te Heft des 3ten Bandes, worinnen Herrn Voigts Abhandlung zu lesen ist.

Seite 235. sagt der Herr Verfasser, daß es unrecht sey, Weiß und Schwarz keine Farben zu nennen; ich pflichte bey, weil Weiß und Schwarz nur Näherung an abso-

absolut reines Licht und dessen absoluten Mangel sind (Phlogometr. S. 175. Zus. 1.). In dem quantitativen Verhältniß des absoluten Brennstoffes zu dem absoluten Wärmestoff $\varphi : \frac{d}{x}$ (Phlogometr. S. 176. Zus. 2.) muß, wenn $\varphi + \frac{d}{x}$ in unserm Auge absolute Finsterniß, oder schlechterdings Schwarz verursachen soll, x unendlich groß, oder $\frac{d}{x} = o$, d. h., das Licht von dem Körper, der es in unser Auge zurückschicken soll, ganz zerlegt, oder der Wärmestoff des Lichtes von dem Körper ganz eingesogen werden: hierauf beruhet die stärkere Erwärmung schwarzer Körper durch das Sonnenlicht vor andern während gleichen Zeiten bey gleichen Capacitäten (Phlogom. Erfahr. 35. 36. 56.).

S. 236. Hier unterscheidet der Herr Verfasser Pigment sehr richtig von der Farbe; denn nach Phlogometrie S. 177. ist der farbige Körper das Pigment, oder das, was uns Licht und Farbe in unser Auge schickt, nur die Auflösung aus Wärmestoff und Brennstoff, nicht das Pigment, afficirt unser Auge; stehen nun beide in Neutralität, so empfinden wir reines Licht, im Gegentheil Farbe, und fehlt der Wärmestoff ganz, d. h., wenn d = o ist, gar nichts, oder die Farbe der Finsterniß (Phlogom. S. 178. Zus. 3.).

S. 237. Zeile 2 u. f. nimmt Herr Voigt mit mir und Herr Professor Gren an, daß das Licht aus Wärmestoff und etwas andern zusammengesetzt sey. Herr Professor Gren nennt es mit mir Brennstoff, Herr Voigt aber Lichtstoff. Warum Herr Voigt diese Firmelung beliebet, sehe ich nicht ein; denn das, was mit Wärmestoff Licht bildet, kann ohne Verwirrung anzurichten,

richten, nicht Lichtstoff heissen: Stoff bedeutet überhaupt die Materie ohne fremde Beymischung, z. B. Kohlenstoff, die absolut reine Kohlenmaterie, Lebensluftstoff, die Materie, die mit Wärmestoff Lebensluft darstellet, Wärmestoff, das was uns Empfindung verursacht, die wir Wärme nennen, u. s. w. folglich Lichtstoff, reine Lichtmaterie, Farbestoff, reine Farbenmaterie, Pigmentstoff, reines Pigment u. s. w. Eben darum kann ich die Ausdrücke, Wasserstoff und Salpeterstoff als Benennungen der Materien, woraus mit Lebensluft, Wasser- und Salpetersäure entstehet, nicht verdauen; denn sie bezeichnen nichts, als absolute Wassermaterie und absoluten Salpeter. Ich habe demnach, wiewohl mir ein Recensent, der meine Gründe wahrscheinlich nicht gelesen hat, kräftig widersprochen, statt dieser Ausdrücke die Worte Wasserschwefel und Salpeterschwefel analogisch nach dem gemeinen Schwefel gewählt. Was demnach Herr Voigt und einige andre verdiente Männer Lichtstoff nennen, nenne ich so wie von jeher, Brennstoff.

Sehr richtig bemerkt der Herr Verfasser, daß der Brennstoff seine Expansivkraft nur durch den Wärmestoff erlange, mit welchem er in Auflösung tritt (Phlogometrie Lehrs. 32. vergl. S. 156. Zeile 2 — 5. und 157. Zus. 2.). Allein wenn hieraus die Ursache gefolgert wird, warum das Mondenlicht nicht wärmet, so ist der Schluß ungegründet: Das Licht (ich möchte lieber wie sonst sagen, der Lichtstoff,) ist wohl im Stande Wärme hervorzubringen, nämlich indem es durch das Pigment entweder zum Theil zerlegt wird und Farbe bildet, oder ganz zerstöhrt wird, worauf nicht nur die Erscheinung der verschiedenen Farben, sondern auch der Umstand beruhet, daß verschiedenfarbige Körper, bey gleichen Kapacitäten, übrigens gleichen Umständen, in gleichen

chen Zeiten, von dem unter gleich großem Winkel auf sie wirkenden Sonnenlicht ungleich temperirt werden (Phlogom. Erf. 35. 36. 37 und S. 177.). Daß das Mondenlicht nicht wärmet, kommt, wie Phlogometr. S. 131. und im 7ten St. über die neuern Gegenstände der Chymie S. 72. u. f. (wo die phlogometrischen Sätze noch mehr erörtert werden,) gezeigt ist, daher: Der Mond ist ein sehr unvollkommener Spiegel, das meiste auf ihn strahlende Sonnenlicht zerstöhrt er und erlangt hierdurch, so wie unsere Erde, einen beträchtlichen (ich will nicht einmal sagen, den größten,) Theil seiner Wärme; er schickt uns demnach nur so wenig Licht zu, daß es auch durch Concentrirung nicht füglich dahin gebracht werden kann, zur Afficirung des Gefühles oder des Thermometers zu dienen; daß unsere Augen bey so wenigem Lichte dennoch öfters deutlich sehen können, kommt daher, weil sie Lichtsammler sind. Manche Thiere, auch Menschen, die des Tageslichts entwöhnt worden, haben an ihren Augen so gute Lichtsammler, daß sie nicht einmal des Mondeslichtes bedürfen, um Gegenstände undeutlich von einander zu unterscheiden.

Seite 131. Zeile 31 u. f. fället der Herr Verfasser das sehr richtige Urtheil: daß die eigentliche Chymie nur durch Verknüpfung mit der Meßkunst zur Vollkommenheit gelangen könne. So lange man die algebraischen Functionen in der Chymie als unfruchtbare Speculationen ansiehet, wird man auch einen sehr großen Kreis chymischer Erkenntniß quoad intensive et extensive mit dem Rücken ansehen müssen. Ich wünsche des Herrn Verfassers ausgemittelten Zahlen ein günstigeres Urtheil, als den von mir entdeckten Progressionszahlen specifischer Neutralitäten, welche in einer sonst sehr lehrreichen Recension mit dem Charakter der Zahlenkünsteley gekrönet worden sind.

S.

S. 139. Daß der Herr Verfasser in Ansehung der beständigen Circulation des Wärmestoffs und Brennstoffs, wodurch die Sonne eine unerschöpfliche Quelle von Wärmestoff und Licht zugleich wird, und in Ansehung der Ursache, warum bey dem Verbrennen der Körper sich mehr freye Wärme zeigt, ganz meiner Meynung ist, erhellet aus S. 69. Anmerk. und S. 82. b. und des 7ten St. über die neuen Gegenstände der Chymie, wo die Abhandlung S. 65 — 88. als eine nähere Auseinandersetzung und Anwendung meiner in der Phlogometrie vorgetragenen Sätze betrachtet werden kann.

S. 241. nennt der Herr Verfasser durchsichtige Körper, die von ungefärbtem Lichte erleuchtet werden, weisse Körper; ich würde sie lieber vollkommene Lichtleiter und Farbenleiter nennen, in so fern sie das Licht unverändert durchlassen (Phlog. Erkl. 24.); denn das Farbenprädicat weiß paßt besser auf undurchsichtige Körper, die das Licht wenig oder gar nicht verändert in unser Auge schicken: Jedoch verba valent ut nummi.

S. 244. Urtheilet der Herr Verfasser, daß das Prisma die Eigenschaft habe den Wärmestoff des reinen Lichtes unter eine Quantität Brennstoff nach dem quantitativen Verhältniß so zu vertheilen, daß dadurch die farbigen Lichter entstehen; dieses habe ich Phlogometrie S. 180. vergl. mit S. 178. durch die Function $m\varphi + \frac{md}{x}$ in Anschauung gestellet.

S. 245. kann ich aber dem Herrn Verfasser nicht beystimmen, wenn er die Meynung derjenigen Naturlehrer für unrichtig hält, welche das weiße Licht (reines Licht) als ein chymisches Produkt der sieben prismatischen Farben betrachten; der Herr Verfasser nennt die in

den

den Farben verschiedenen Quantitäten des Wärmestoffs, deren Summe der Wärmestoffsmenge in dem reinen Lichte gleich ist, eine bloße Vertheilung; die ist zwar richtig, diese Vertheilung schließet aber den Begrif der Auflösung nicht aus, welcher hier wirklich in empirischer Anschauung gegeben ist (N. Stöchiom. S. 14. Erkl. 6.); denn bey einer Auflösung ist jeder beliebige kleine Theil ein similaris, bey einer Mischung hingegen ein dissimilaris; nun wird der Herr Verfasser in einer prismatischen Farbe eben so wenig, wie in dem reinen Lichte partes dissimilares unterscheiden oder beobachten können; da nun, wenn diese Bedingung der Unterscheidung fehlet, alle Theile subjectiv similares sind (ich sage subjectiv, denn das, was uns als Auflösung erscheinet, kann einem höhern moralischen Wesen, das tiefer in die Natur einzudringen vermögend ist, nur bloße Mischung seyn, der Begrif der Auflösung ist fast eben so relativ wie der Begrif des Elementes), so behauptet alsdenn der Begrif der Auflösung für uns seine objective empirische Realität, weil aus der bloßen Möglichkeit des Gegentheils kein Schluß auf die Wirklichkeit desselben gilt. Ueberdem gewinnet die Vorstellung keinesweges an Deutlichkeit und Vollständigkeit, wenn man bey den Farben den Begrif der Auflösung zwischen Wärmestoff und Brennstoff wegdenkt, auch wird der Calkul hierdurch um nichts erleichtert. Ich habe (Phlogom. S. 178. u. f.) in den sich auf Farben beziehenden algebraischen Functionen alles auf den Begrif der Auflösung gegründet. Die Erscheinung, daß wohl das aus Blau und Gelb entstandene Grün, keinesweges aber das ursprünglich prismatische Grün durch das Prisma gebrochen in blau und gelb zerlegt wird, beweiset auch nichts für des Herrn Verfassers Behauptung, sondern nur einen besondern Grad und Art der Verwandtschaft des Wärmestoffs zum Brennstoff, den das ursprüngliche Grün vor

dem

dem gemischten besitzt. (Dergleichen Verwandtschaftsart und Grad giebt es auch anderwärts; die atmosphärische Luft enthält z. B. die Entstehung der Salpetersäure erforderlichen Theile, und doch entstehet die Salpetersäure in ihr nur durch Zwischenmittel). Indem also der Wärmestoff des Lichtes durch das Prisma vertheilet wird, bringt er verschiedne Auflösungen mit dem Brennstoffe zuwege, welche bloß durch das verschiedene quantitative Verhältniß zwischen beiden Elementen verschieden sind, und hierauf beruhet die Verschiedenheit der Farben. (Phlogometrie S. 179. 180).

Die S. 254. von dem Herrn Verfasser beschriebenen Versuche XV, XVIII, bis XXI. beweisen offenbar, was Phlogometrie S. 178. behauptet worden, nämlich: daß eine Farbe durch reines Licht nicht zu einer andern wird, sondern nichts als eine mit reinem Licht vermischte Farbe ist. (Ich habe demnach in der Phlogometrie am angeführten Orte Farbe von farbigem Licht ununterschieden). Da das absolut Schwarze sich zu dem absolut reinen Lichte wie — zu + verhält, so erklärt sich die Erscheinung S. 254. Versuch XVIII bis XXI von selbst.

S. 256. zeigt der Herr Verfasser sehr gründlich, daß Grau und Weiß nur in quantitate partium similarium verschieden sind, dieß wird auch dadurch bestätiget, daß der Ort, wo sich reines Licht in der Finsterniß verliehrt, jederzeit grau ist.

S. 258. erklärt der Herr Verfasser die Mischung der Farben als eine chymische Durchdringung zweyer oder mehrerer Arten farbiger Strahlen (der Herr Verfasser sagt farbiger Lichtstrahlen), welches mit meiner Behauptung ganz übereinkommt; da aber chymische Durchdringung mit der Definition der Auflösung (N.

Stöchiom. S. 14. Erkl. 6.) vollkommen correspondirt, indem, wenn sich Materien chymisch durchdringen, nichts als partes similares in empirische Anschauung gestellet werden, so räumet der Herr Verfasser hierdurch stillschweigend den Ungrund seines S. 245. gemachten Einwurfes ein. Der S. 258. aufgestellete Lehrsatz ist mit andern Worten (Phlogometrie am Ende der Seite 179. u. f. verglichen mit Erfahr. 35.) bereits dargestellet.

S. 259. nimmt der Herr Verfasser mit mir (Phlogometrie S. 178. Zus. 3. und 7tes St. über die neuen Gegenstände der Chymie S. 85. Z. 14. (am letztern Orte habe ich ausdrücklich das Wort Neutralität gebraucht,) an, daß das quantitative Verhältniß zwischen Brennstoff und Wärmestoff in dem reinen Lichte ein Neutralitätsverhältniß ist; die Verhältnisse in den Farben sind von diesen Neutralitätsverhältniß abweichend zu betrachten. Das Pigment eines weißen Körpers, oder das weiße Pigment, schickt uns das Licht fast unverändert in unser Auge; ein farbiges zerlegt es zum Theil; der freywerdende Wärmestoff wird von dem Körper angezogen und er hierdurch erwärmt; dahero Verschiedenheit der Erwärmung verschiedenfarbiger Körper durch das merklich wirksame Licht bey übrigens gleichen Umständen: das absolut Schwarze ist in unsern Augen Brennstoff ohne Wärmestoff, d. h. Mangel des Lichtes.

S. 261. Zeile 9. u. f. handelt der Herr Verfasser sehr zweckmäßig, wenn er auf die absolute Brennstoffsmenge in den Farben keine Rücksicht nimmt; denn daß diese weder in brennbaren Körpern, noch in den Farben, eben so wenig, als die absolute Wärmestoffsmenge bestimmt werden könne, ist in der Therminietrie und Phlogometrie seines Orts erwiesen worden; es ist hier alles nur specifisch. Den Brennstoff betrachtet der Herr Verfasser

fasser, indem er den specifischen Wärmestoff der Farben aufsucht, mit Recht als eine unveränderliche Größe, die ich (Phlogom. S. 176. Zus. 2.) φ genennet; der Wärmestoff ist daselbst durch $\frac{d}{x}$ ausgedrückt.

Der S. 280. von dem Herrn Verfasser postulirten Allgemeinheit des aufgestellten ersten Gesetzes, nämlich, daß, jemehr Lebensluft ein Körper bey übrigens gleichen Umständen besitzt, seine Farbe desto mehr Wärmestoff ausströme, scheint jetzt noch vieles entgegen zu seyn, welches anzuzeigen ich unterlasse, um nicht etwa zu dem Vorwurf der Weitläuftigkeit Ursache zu geben. Sollte sich inzwischen diese Allgemeinheit bestätigen, so würden sich aus der jetzt entdeckten Progressionsordnung der specifischen Neutralitäten und specifischen Lebensluftstoffungen der Metalle (die im 8ten St. über die neuen Gegenstände der Chymie anzutreffen ist,) die Elementarverhältnisse mancher Farben leicht bestimmen lassen, und man könnte die in den vom Herrn Verfasser construirten Gleichungen vorkommenden unbekannten Größen bis auf die Zahl der Gleichungen vermindern, folglich auch ohne Hypothese bestimmen.

S. 287. bemerkt der Herr Verfasser, daß der Kobaldkalk schwarz sey; ich muß dagegen einwenden, daß eine nach der von mir entdeckten Methode gereinigte, entkohlensäuerte, wasserleere Kobalderde dunkelblau ist und durch fein reiben heller wird. (S. über die neuen Gegenstände der Chymie 6stes St. S. 209. u. f. ingl. 7tes St. S. 92.

S. 288. hält der Herr Verfasser den aus den Säuren gefälleten weißen Braunsteinkalk für den vollkommensten. Er ist es auch in so ferne, weil er bey seiner Neutralisirung mit Säuren weder Brennstoff noch Lebensluftstoff verliehret.

Indem der Herr Verfasser S. 289. das Wachsthum der Pflanzen und ihre am Sonnenlichte sich ereignende Lebensluft-Ausströmung erklärt, bemerke ich, daß nach meiner Meynung die Pflanze diesen Lebensluftstoff aus dem Wasser an sich nehme, aber einen Theil dieses Stoffes nicht so fest in ihre Mischung aufnehme, als den Wasserschwefel (sogenannten Wasserstoff); dieß scheinen die der trockenen Destillation unterworfenen Pflanzen zu bestätigen.

S. 292. sagt der Herr Verfasser, daß der Kobaldvitriol durch Alkalien grau niedergeschlagen werde; die graue Farbe des Niederschlages aber, muß ich bemerken, ist ein Zeichen seiner Verunreinigung; wenn er rein ist, so sieht er Violblau aus und verliehrt auch diese Farbe nicht an der Luft, oder durch das Licht. Ein im Anfange blau erscheinender, aber mit Eisen verunreinigter Niederschlag wechselt diese Farbe durch Einwirkung des Lichtes mit einer schmutzigen und zuletzt braunen; dieß scheinet mit des Herrn Verfassers Versuch XX. S. 254. zu correspondiren; denn das entbrennstoffete Eisen fällt, je nachdem der Grad seiner Entbrennstoffung ist, bisweilen in das Orangegelbe, und die Kobalderde schlägt sich violblau nieder, also eine so genaue Mischung aus beiden, daß keine partes dissimulares angeschauet werden können, ist braun.

Die Erklärungen, welche der Herr Verfasser S. 295. f. T. II. und III. von einigen Phosphorarten gegeben, sind noch einleuchtender als die meinigen (Phlogometrie S. 174. u. f.), ohnerachtet wir beide einerley Meynung sind.

S. 296. bemerkt der Herr Verfasser sehr richtig, daß er der erste ist, der die Phänomene der Farben auf allgemeine Sätze zu reduciren gesucht hat. Ich konnte,

Phlo-

Phlogometrie S. 179. weil mir Erkenntnißquellen mangelten, nur den Wunsch äußern. Inzwischen wird der Herr Verfasser, wenn er meine phlogometrischen Ausarbeitungen theils in der Thermimetrie und Phlogometrie, theils in dem 7ten St. über die neuen Gegenstände der Chymie, lieset, gewiß in Hinsicht der Entstehungsart des Lichtes und der Farben eben die Grundideen finden, die sein Aufsatz enthält, und ich muß es nochmals wiederholen, wie ich mich sehr freue, daß er, nach dem gemeinen Sprichwort zu reden, seine Gedanken gleichsam aus meinem Herzen genommen hat, da der Augenschein lehret, daß ihm nicht bekannt gewesen, was zwey Jahr früher nicht nur gedacht, sondern auch gedruckt ist. Ich zolle ihm für die ohne sein Wissen beförderte Bekanntmachung und für die Erweiterung meiner Phlogometrie, hiermit öffentlich den wärmsten Dank.

Ehe ich diesen Aufsatz schließe, bemerke ich noch, daß in Ansehung des specifischen Wärmestoffs und Brennstoffs in den Farben, man mehrere Quellen suchen muß, um in den algebraischen Functionen Coefficienten hypothetisch anzunehmen nicht genöthiget zu werden, wie Herr Voigt genöthiget worden ist. Einen Coefficienten durch Erscheinungen zu bestimmen ist thunlicher, als mehrere, z. B. zwey oder drey hypothetisch anzunehmen; denn im letztern Falle lassen sich die Erscheinungen erklären, ohne daß die Bestimmung des quantitativen Verhältnisses der Coefficienten etwas beträchtliches an Glaubwürdigkeit gewinnet, wie ich hier sehr leicht zeigen könnte, wenn ich es für nützlich hielte. Die bisherige Uebereinstimmbarkeit der Coefficienten, die der Herr Verfasser hypothetisch angenommen, schreckte mich auch ab, die, Phlogometrie S. 176. Zus. 2., aufgestellte Function $\varphi : \frac{d}{x}$ nicht erst vermittelst der pris-

 matischen

matischen Farbenbilder, Größenverhältnissen in Zahlen zu geben zu versuchen. Vielleicht gelangt man durch mehrere ähnliche Versuche, wie die von dem Herrn Verfasser S. 254 beschriebene und durch Entdeckung mehrerer chymischer quantitativer Progressionsglieder endlich dahin, die specifischen Brennstoffs- und Wärmestoffs-Verhältnisse der Farben in Zahlen bestimmt auszudrücken; und alsdenn hätte die Lehre der specifischen Brennstoffungen weniger Lücken, als die der specifischen Wärmestoffungen; denn was die brennbaren elementarischen Körper anbelanget, so ist in der Phlogometrie gehörig erwiesen worden, daß sich die specifischen Brennstoffungen ihrer Substrate, wie die respective Lebensluftstoffungen verhalten.

4.

Beobachtungen der atmosphärischen Electrizität von 1792 bis 1796.

Vom
Herrn Professor Heller
in Fulda.

Res accendunt lumina rebus, ist eine Regel, von der die Meteorologie besonders erst ihr Aufkommen erwartet. Die Blitzmaterie, oder die natürliche Electrizität spielt in der Atmosphäre eine so bedeutende Rolle, daß sie fast immer mit im Spiele ist, wenn in derselben eine Veränderung des vorigen Zustands vorgeht; und dennoch ist seither in der Meteorologie nicht die geringste Rücksicht auf sie genommen worden: man denkt nur an sie, wenn's blitzt und donnert. Einige Maschinen, sie zu erforschen, haben ihr Unbequemliches, z. B. die Drachen; andere aber sind zu kostspielig: beiden Ursachen mag es zuzuschreiben seyn, daß man die von Beccaria angefangenen Beobachtungen dieser Art nicht weiter fortgesetzt hat. Da ich das Glück habe, eine große Maschine zur Erforschung der Luftelectrizität beobachten zu können; so mache ich mir ein Vergnügen daraus, fünfjährige Beobachtungen vorlegen zu können. Ob die Meteorologie Gewinn davon haben werde, weiß ich nicht; aber so viel ist doch gewiß: ehe man baut, sucht man zuvor die Materialien zusammen.

Um meinen Lesern die nachfolgenden Tabellen verständlich zu machen, bitte ich das dem B. 1. H. 3. des neuen Journ. d. Physik beygefügte Kupfer Fig. 3. vor Augen zu haben und den Bau der Maschine, wodurch die atmosphärische Electrizität erforscht wird, vorläufig sich bekannt zu machen. Obgleich unsere Maschine ganz anders und viel massiver gebaut ist, als die auf dem Kupfer abgebildete; so sind die Grundsätze bey einem solchem Baue und die Hauptheile der Maschine überall die nämlichen. Unsere Auffangstange ragt bis 50 Fuß in die Luft empor, über dem Dache: und die Ableitungsstange verbirgt sich in einer Grube von 30 Fuß Tiefe. Wenn ich nun mit diesem Apparate die atmosphärische Electrizität untersuchen will; so bediene ich mich noch folgender Instrumente: Eines Volta'schen Condensators, oder noch besser, eines Cavallo'schen Collectors, weil dem Condensator wegen der Leichtigkeit, womit er selbst während seinem Gebrauche electrophorisches Vermögen erhält, in der That nicht zu trauen ist; und eines Fadenelectroscops, das ich an die Auffangstange applicire. Durch diese drey Instrumente erfährt man die kleineren Spuren atmosphärischer Electrizität. Sobald das Fadenelectroscop so stark divergirt, als es kann; wird an die Kugel der Auffangstange ein electrisches Glockenspiel angehängt: lautet es, so ist mehr Blitzmaterie vorhanden, als die größte Divergenz des Fadenelectroscops angeben würde. Lautet dieses Glockenspiel sehr stark, oder fahren zwischen seinen Glocken Funken über; so hänge ich es ab und schiebe die Kugel der Ableitungsstange zur Kugel der Auffangstange, etwa 3 bis 4 Linien nahe zusammen. Fahren nun bloß Funken über, wie vorher beym Glockenspiel; so lasse ich es bey der Anzeige des Glockenspiels bewenden: fahren die Funken aber von Kugel zu Kugel so geschwinde über, daß man sie nicht mehr zählen kann, sondern viel-

mehr

mehr pfeilschnell und continuirend auf einander folgen sieht, so hat die Luftelectrizität ihre größte Stärke erreicht und ich nenne die Anzeige alsdenn Blitz- oder Feuerstrom; dessen Intensität ich durch die Beywörter rasch, lebhaft, ausdrücke. Weiter bin ich in dem Maaße der Electrizität nicht gegangen. In den folgenden Tabellen heißt daher Cd. Condensator; Cl. Collector; F. Fadenelectroscop, welches divergirte; Glsp. Glockenspiel, welches läutet; Frstr. Feuerstrom, welcher damals zwischen den Kugeln herrschte.

Der Deutlichkeit wegen rücke ich hier die Geschichte dieser Erscheinungen, wie sie bey einem heftigen Aprilsturm *) zu sehen sind, ein. Gegen West läßt sich vorerst ein grauschwarzes Gewölke sehn: dieß nimmt an Ausdehnung nach und nach zu und verfinstert die Aussicht nach West. Es erhebt sich ein Lüftchen, das in den Blättern der Bäume säußelt. Bald hierauf fallen einzelne, aber große Wassertropfen: jetzt ist die Epoche für den Condensator, Collector und für das Fadenelectroscop, wenn auch das Gewölke noch ziemlich fern vom Orte der Beobachtung steht. Sobald sich das Gewölke heftig ergießt, wird der Wind Sturm, das Gewölke läuft mit großer Geschwindigkeit zur entgegengesetzten Seite des Horizonts, überfluthet das Land und hinterläßt die Seite, wo es herkam, gewöhnlich wieder helle. Indeß dieß alles geschieht, ist das Glockenspiel in voller Bewegung, oder zwischen den Kugeln der Maschine fahren Fünkchen über. Wie aber das Gewölk sich nähert und der Regen stark anwächst, fahren die Fünkchen mit unbeschreiblicher Schnelligkeit über, wachsen endlich an Masse und nun prasselt ein unaufhaltsamer Strom knisternder Funken zwischen den Kugeln fort: es sind gleich-

 sam

*) Gleichviel, Frühling oder Sommer, denn in der Volkssprache ist Aprilsturm ein Gattungsname.

ſam eben ſo viel Pfeile, mit mächtiger Schnellkraft los-gedrückt. In dieſer Ordnung geht es wieder zurück, wenn der Regen allmählig nachläßt. Ein Schauſpiel, welches einem das Andenken Franklins äußerſt inter-eſſant macht! Man könnte dabey zum Dichter werden, wenn die Dichter ſich nicht ſo exemplariſch fürchteten, relicta non bene parmula!

Dieß mag zur Verſtändlichkeit der Tabellen, die ſogleich folgen, genug ſeyn.

Tabelle für die Frühlingsmonate.

März 1792.

Tag.	Cd. Cl. F. Glſp. Feuerſtrom.	Begleitende Witterung.
28. Mittags.	Cd. Cl. F. Glſp. ; ; ;	Regen.
Abends.	Cd. Cl. ; ; ; ; ;	Regen.
31. Mittags.	Cd. Cl. F. ; ; ; ;	Regen.
	März 1793.	
2. Morgens	Cd. Cl. F. ; ; ; ;	Regen, Sturm.
3. Morgens	Cd. Cl. F. ; ; ; ; ;	Sturm, Regen und Graupeln.
4. Nachmit.	Cd. Cl. F. ; ; ; ; ;	Regen. Grau-peln.

März 1794.

Tag.	Cd. El. F. Glsp. Feuerstrom.	Begleitende Witterung.
28. Nachmit.	Cd. El. F. Glsp. Feuerstrom.	Morgens Nebel; Nachm. Regenguß, der mit dem Feuerstrom 3 Stunden lang anhielt.
31. Nachmit.	Cd. El. F. ; ; ; ;	Etwas Regen.
	März 1795.	
1. Nachmit.	Cd. El. F. ; ; ; ;	Schneegestöber.
8. Nachmit.	Cd. El. ; ; ; ; ;	Starkes Schneien.
11. Abends.	Cd. El. F. Glsp, ; ; ;	Regenguß.
20. Nachmit.	Cd. El. F. ; ; ; ; ;	Schneegestöber.
	März 1796.	
25. Morgens	Cd. El. F. Glsp. Lebh. Frstr.	Schneegestöber mit vielem Hagel. Die Luft war durch einen Nebel verfinstert. Wind NW.
Nachmit.	Cd. El. F. Glsp. ; ; ;	Kl. Graupeln.
26. Nachmit.	Cd. El. ; ; ; ; ; ;	Regen. Sturm. Südwind.

Anmerkung. An beiden Tagen, 28sten März 1794 und 25sten März 1796, hat es weder geblitzt, noch gedonnert, und doch war so viel Blitz an der Maschine zu sehen, daß er in einem stäten Strom übergieng.

April 1792.

Tag.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Begleitende Witterung.
2. Morgens	Cd. Cl. F. : : : : : :	Regen. Wolkigt.
4. Nachmit.	Cd. Cl. : : : : : : :	Schwarze Wolken.
5. Nachmit.	Cd. Cl. : : : : : : :	Sturm und Regen.
13. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. : : : :	Kein Regen. Windig.
14. Morgens	Cd. Cl. F. Glsp. : : : :	Regen. NW. Wind.
Nachmitt.	Cd. Cl. F. Glsp. : : : :	Regen. Edl.
Abends	Cd. Cl. F. Glsp. : : : :	Regen. Edl. Donnerwolken. Abends etwas Donner.
19. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Reg. Sturm. Südwind.
	April 1793.	
18. Morgens	Cd. Cl. F. Glsp. Schwacher Frstr.	Krauses Schneien. Dieser Zustand dauerte zwo Stunden lang.
19. Nachmit.	Cd. Cl. : : : : : : :	Reg. Sturm.
20. Nachmit.	Cd. Cl. : : : : : : :	Schneegestöber.
26. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Starker Feuerstr.	Schwarze Wolken. Etwas Regen.

April

April 1794.

Tag.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Begleitende Witterung.
21. 1 Uhr.	Cd. Cl. F. Glsp. Schwacher Frstr.	Reg. Ostluft.
2 Uhr.	Cd. Cl. F. Glsp. Rascher Feuerstr.	Reg. Nordl.
25. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Rascher Feuerstr.	u. halbstündiger Feuerstrom. Regenguß Donner.
27. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom :	Es fallen bloß große Tropfen. Der Zustand dauert nur 5 Min. heft. Wind von Süd.
28. Mittags.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom. :	Regenguß. Windig.
	April. 1795.	
11. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Schwacher Frstr.	Entf. Doñer; starke einzelne Tropfen.
12. Nachmit.	Cd. Cl. F. : : : : : :	Entf. Doñer.
13. Morgens	Cd. Cl. F. : : : : : :	Große Regentropfen.
17. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. : : : :	Aprilsturm ½ Stunde von hier; endlich auch hier.
20. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Schwacher Frstr.	Sturm. Etwas Regen.
24. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom. :	Sturm. NW. Reg.
26. Vormit.	Cd. Cl. F. Glsp. : : : :	Wind. Reg.
28. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom. :	Donner, Blitz, Reg.

April

April 1796.

Tag.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Begleitende Witterung.
28. Morgens	Cd. Cl. F. Glsp. ; ; ; ;	Regen. Dieß dauerte eine Stunde lang.
Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Lebhafter Frstr.	Regen und Hagel.
30. Morgens	Cd. Cl. F. Glsp. ; ; ; ; ;	Krauser Regen.

Anmerkung. Der Regel nach, scheint mir, kommen die Anzeigen von Blitzmaterie in den sogenannten Aprilstürmen am häufigsten vor. Der April 1796 aber machte eine Ausnahme, er hatte ungewöhnlich schöne Witterung.

May 1792.

Tag.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Begleitende Witterung.
5. Morgens	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom. ;	Schwarze Wolken. Regen.
21. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. ; ; ; ;	Gewiterwolken. Kein Regen.
22. Abends.	Cd. Cl. F. ; ; ; ; ; ;	Etwas Reg.
23. Morgens	Cd. Cl. F. Glsp. Rascher Feuerstr.	Erst Regen u. dann auch Hagelschlag. Weilluft.
Mittags.	Cd. Cl. F. Glsp. ; ; ; ;	Etwas Reg.
26. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Heftiger Feuerstr.	Schwarze Wolken. Regenguß. SW.

May

May 1793.

Tag.	Cd. Cl. F. Gspl. Feuerstom.	Begleitende Witterung.
2. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsb. ; ; ; ;	Regen, etwas Hagel und Donner.
7. Abends.	Cd. Cl. ; ; ; ; ; ; ;	Regen, entf. Donner.
11. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Rascher Frstr.	Reg. Blitz u. Donner, eine ½ Stunde hindurch.
13. Den ganzen Nachmittag.	Cd. Cl. F. Glsp. Rascher Frstr.	Reg. Hagel, Blitz u. Donner.
19. Abends.	Cd. Cl. F. Gls. Feuerstrom. ;	Reg. Windig.
29. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom. ;	Regen.
30. Nachmit. und Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Rascher Frstr. ;	Abwechselnde Regengüsse. (Aprilst.)
31. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom. ;	Kein Regen. Viel Wind.

May 1794.

Tag.	Cd. Cl. F. Gspl. Feuerstom.	Begleitende Witterung.
5. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom. ;	Sturm, Donner, Blitz, wenig Reg. während einer Stunde.
12. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom. ;	Etwas Reg.
15. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. ; ; ; ;	Regen, Bar. 27. 10, 2″.
21. Morgens	Cq. Cl. F. Glsp. Feuerstrom. ;	Regen. Windig. NW.
24. 25. 26. 27. 28. } Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom. ;	Regen. Windig. Meistens nur Strichregen.

May 1795.

Tag.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Begleitende Witterung.
3. Nachmit.	Cd. Cl. F. = = = = =	Etwas Regen.
5. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. = = =	Bliz und Doñer. Regen.
14. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Sturm, Regen und Graupeln.
	May 1796.	
7. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. = = =	Etwas Regen.
9. Nachmit.	Cd. Cl. F. = = = = =	Regen. Wolkigt.
10. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. = = =	Bliz und Doñer, Regen, NOluft.
13. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Regen.
Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Rasch. Frstr.	Starker Regen. Bliz u. Donner und Graupeln.
14. Den ganzen Tag.	Cd. Cl. F. Glsp. = = =	Abwechselnde Strichregen.
15. Morgens	Cd. Cl. F. Glsp. Rasch. Frste.	Strichregen. Windig.
16. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Aeusserst rascher Feuerstrom.	Regen mit Graupeln untermischt. es blizte einmal.
25. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Viel Bliz und Donner; starker Regenguß.

Anmerkung. Der May 1796 ersetzte an Menge der Blizmaterie, was dem April 1796 gemangelt hatte. Im May 1794 herrschte sie fünf volle Tage hintereinander.

Einzelne

Einzelne Anmerkungen über vorstehende Frühlingsmonate.

1. Es sind hier keine Beobachtungen der atmosphärischen Electrizität in den Wintermonaten beygefügt worden, weil ihre Beobachtung viel Unbequemlichkeit und weniger Anziehendes hat und sie nebst dem nicht häufig ist. Unterdessen zeigt sich im Winter doch manchmal während dem Schneien so viel Blitz, daß er an der Maschine sichtbar wird, vorzüglich wenn viel Wind herrscht. Einen solchen Fall habe ich schon im ersten Bande dieses Journals S. 401. beschrieben. Einen anderen beobachtete ich gegenwärtiges Jahr im Februar: es schneiete bey einem heftigen Ostwinde: das Fadenelectroscop divergirte sehr stark, endlich fuhren zwischen den Kugeln viele Fünkchen über: das Schauspiel glich einem rieselnden Wässerchen, dessen Tröpfchen sich geschwinde verfolgen.

2. Obgleich der Wind meistens bey uns von West her wehet, wenn wir hier Anzeigen von atmosphärischer Electrizität haben; so sieht man doch aus vorstehender Tabelle, daß sie manchmal auch bey andern Winden statt haben. So ist's hier!

3. Auch macht der hohe oder tiefe Stand des Barometers keinen Unterschied. Den 15ten May 1794 ertönte das Glockenspiel, obgleich das Quecksilber 6,4''' über die hiesige mittlere Barometerhöhe stand, und folglich an keinen Regen zu denken war. Es regnete doch.

4. Den 17ten April 1795 ertönte das Glockenspiel, ohne daß es hier regnete. Ich sah mich daher am Horizonte um und bemerkte, daß es eine halbe Stunde und noch weiter von hier regnete. Für Kenner ist dieß freylich nichts Befremdendes.

5. Die Anzeigen der atmosphärischen Electrizität sind allezeit und ohne Ausnahme am deutlichsten und stärksten, wenn ein Graupeln- oder ein Hagelschlag statt hat. In den Wintermonaten sind die Graupeln weich; die Anzeigen der atmosphärischen Electrizität sind dabey wohl deutlich genug, jedoch schwach: in den Frühlingsmonaten dagegen sind sie fester und der glatten Eisgestalt mehr sich nähernd; zu gleicher Zeit herrscht oft so viel Blitzmaterie in der Luft, daß er an der Maschine als ein reissender Strom übergeht, wenn es auch nicht blitzt und nicht donnert. Wer so etwas nicht mit Augen gesehen hat, glaubt es kaum, wie ich aus Erfahrung weiß.

6. Graupeln und Hagel fallen niemals im Anfange der Wetters, sondern eine Weile darnach; zu gleicher Zeit werden auch die Anzeigen stärker und für Unwissende fürchterlich.

7. Die Frühlingsregen haben auch ihren eigenen Charakter, wenn sie mit atmosphärischer Electrizität verbunden sind. Erst fallen einzelne, aber große, schnell auffallende Tropfen, zuletzt erfolgt ein Guß, mehr oder minder heftig und andaurend. Man nennt sie Strichregen, Aprilstürme. Bey Landregen, bey denen es nämlich am ganzen Horizonte meistens sanft fortregnet, sind selten Spuren von atmosphärischer Electrizität zu bemerken. Auch ist es bey ihnen wärmer, als nach den Strichregen. Letztere sind ein gewaltsamer Präcipitat, jene aber scheinen eine sanftere und stät wirkende Ursache vorauszusetzen; jedoch ich enthalte mich aller Hypothese.

8. Die Erscheinung am 31sten May 1793 war sonderbar. Es fuhr zwischen den Kugeln der Maschine ein lebhafter Funke, so daß er im ganzen Zimmer zu hören war; endlich erfolgten ihrer mehr. Es regnete nicht, gieng aber viel Wind von West her. Von NW. zog eine

Wolke

Wolke nach NO. und verzog sich. Sechs Minuten hernach war ungetrübter Sonnenschein und alle Electrizität verschwunden. Vielleicht war dieß ein Beyspiel des bekannten Rückschlags.

9. Was ich unter Feuer- oder Blitzstrom, der sich im Frühjahre vorzüglich zeigt, verstehe, ist oben schon erläutert worden. Seine Stätigkeit charakterisirt ihn für diese Zeit, in welcher man oft weder Blitz noch Donner gewahr wird. In den Sommermonaten verhält sich die Sache meistens anders, wie ich sogleich erzählen werde.

Ich lasse nun die Tabelle für die Sommermonate von 1792 — 1796 folgen. Während den Gewittern dieser Monate geschieht es meistens, daß es in dem nämlichen Augenblicke, als es in der Atmosphäre blitzt, auch zwischen den Kugeln der Maschine blitzt, oder ein rasches Funkenspiel herrscht; allein nachher steht die Maschine still; es ist kein Strom, wie in den Frühlingsmonaten, zu sehen. Ich werde also statt Feuerstrom, wo es eintritt, Funkenspiel setzen.

Tabelle für die Sommermonate.

Junius 1792.

Tag.	Ed. El. F. Glsp. Feuerstrom.	Begleitende Witterung.
7. Abends.	Ed. El. F. Glsp. Funkenspiel.	Donnerwetter. Regen.
22. Morgens	Ed. El. Glsp. Strom. u. Spiel.	Blitz u. Donner. Regen.
Nachmit.	Ed. El. F. Glsp. „ „ „	Regen.
30. Nachmit.	Ed. El. F. Glsp. „ „ „	Etwas Donner. Starker Reg.

Junius 1793.

Tag.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Begleitende Witterung.
8. Abends.	Cd. Cl. F. : : : : :	Regen.
10. Abends.	Cd. Cl. F. : : : : :	Regen.
13. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. : : :	Donner. Viel Regen.
21. Nachmit.	Cd. Cl. F. : : : : :	Aprilstürme oder Strichregen.
28.	Cd. Cl. F. : Ein Funke.	Donner. Tags durch Regen.
29. Abends.	Nichts. Nichts. Nichts.	Bliß u. Donner, aber von ferne.
	Junius 1794.	
1. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. : : :	Strichregen.
21. Morgens	Cd. Cl. F. Glsp. : : :	Starke Regengüsse.
24. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. : : :	Regenguß.
30. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Funkenspiel.	Regen. Bliß und Donner.
	Junius 1795.	
7. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Regen. Donner, ohne sichtbaren Bliß.
Abends	Cd. Cl. F. Glsp. : : :	Regen.
9. Nachts		Ein naher Bliß zündete. Starker Reg.
11. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. : : :	Entf. Donner.
24. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Gewitter ohne Doñer u. Bliß.
26. Morgens	Cd. Cl. F. Glsp. : : :	Regen u. etwas Bliß.
28. Abends	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Etwas Bliß. Starker Reg.

Junius 1796.

Tag.	Ed. El. F. Glsp. Funkenspiel.	Begleitende Witterung.
9. Morgens	Ed. El. F. , , , , ,	Regen.
14. Nachmit.	Ed. El. F. Glsp. Strom und Spiel.	Donner u. Bliß. Platzregen.
16. Nachmit.	Ed. El. F. Glsp. Feuerstrom.	Regenguß.
27. Nachmit.	Ed. El. F. Glsp. , , ,	Bliß u. Donner. Regen.

Anmerk. Den 9ten Junius 1795 sind keine electrische Anzeigen beygeschrieben, weil ich Nachts nicht zur Maschine kommen kann. Unterdessen war das Wetter allerdings fürchterlich. Ich habe aber keinen Hagelschlag dabey bemerkt. Den 29sten Junius 1793 waren die Blitze und Donner zu hoch, oder zu entfernt, um Anzeigen von ihnen an der Maschine gewahr zu nehmen.

Julius 1792.

Tag.	Ed. El. F. Glsp. Funkenspiel.	Begleitende Witterung.
14. Nachmit.	Ed. El. F. Glsp. Funken. ,	Regen.
19. Abends.	Ed. El. F. Glsp. , , ,	Ferner Donner. Regenguß.
	Julius 1793.	
17. Abends.	Ed. El. F. , , , , ,	Donerwolken. Kein Regen.
18. Abends.	Ed. El. F. Glsp. Funkenspiel.	Bliß u. Donner. Regen.
20. —	Ed. El. F. , , , , ,	

Julius 1794.

Tag.	Cd. Cl. F. Glsp. Funkenspiel.	Begleitende Witterung.
10. Morgens	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Regen. Ferner Donner.
13. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. : : :	Regen. Etwas Donner.
25. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Regenguß. Kein Donner.
31. Abends.	Cd. Cl. F. Glsp. Funkenspiel.	Schweres Gewitter.
	Julius 1795.	
1. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. : : :	Regenguß. Windig.
4. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Funkenspiel.	Regen. Donner und Bliß.
21. Nachmit.	Cd. Cl. F. : : : : :	Regenguß.
31. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. : : :	Etwas Donner und Regen.
	Julius 1796.	
11. Nachmit.	Cd. Cl. F. : : : : :	Etwas Regen.
23. Nachmit.	Cd. Cl. F. Glsp. Feuerstrom.	Regenguß ohne Doñer u. Bliß.
24. Nachmit.	Cd. Cl. F. : : : : :	Regen.

August 1792.

Es gab zwar Donnerwolken am Horizonte; sie verzogen sich aber wieder, oder brachen hier nicht aus.

August 1793.

Tag.	Ed. El. F. Glsp. Funkenspiel.	Begleitende Witterung.
4. Abends.	Ed. El. F. Glsp. = = =	Etwas Regen.
15. Morgens	Ed. El. F. Glsp. Spiel und Strom.	Donnerwetter mit Hagel.
	August 1794.	
2. Morgens	Ed. El. F. Glsp. Feuerstrom.	Etwas Donner. Regenguß.
7. Nachts.	= = = = = = =	Donner u. Reg.
28. Nachmit.	= = = = = = =	Regenguß. Ferner Donner.
31. Morgens	Ed. El. F. Glsp. Funkenspiel.	Gewitter mit wenig Hagel.
	August 1795.	
6. Morgens	Ed. El. F. Glsp. Funkenspiel.	Bliß u. Donner. Regenguß.
18. Abends.	Ed. El. F. Glsp. Feuerstrom.	Regenguß ohne Doñer u. Bliß.
28. Morgens	= = = = = = = =	Guß.
	August 1796.	
3. Nachmit.	Ed. El. F. Glsp. Funkenspiel.	Gewitter. Regenguß.
13. Morgens	Ed. El. F. Glsp. Funkenspiel.	Schweres Gewitter. Regen.

Einzelne Bemerkungen über die Sommermonate.

1. Es trift sich in den Sommermonaten manchmal, daß an der Maschine während einem Wetter Feuerstrom und Funkenspiel auf einander folgen. So war es z. B. den 14ten Junius 1796: Es war Nachmittags eine drückende Hitze. Hie und da zeigten sich schwarze Wolken. Es donnerte und blitzte erst einigemal; endlich wurde in einer solchen kurzen Zeit der Himmel mit einer continuirlichen Donnerwolke bedeckt, so daß nicht ein blaues Fleckchen mehr daran zu sehen war. Es erfolgte ein Regenguß, den viele Blitze durchschnitten: dieß war die Epoche des Feuerspiels; kein Strom; Blitz in der Atmosphäre und Blitz zwischen den Kugeln der Maschine folgten einander in flagranti, dessen Größe keine Uhr messen kann; dann war wieder alles stille. Der Regen wurde so häufig und so stark, daß alle Aussicht auf die nahen Berge abgeschnitten wurde: es schien, als wenn die untere Region während dem Regen in einen dichten Nebel eingehüllt würde. Zuletzt erfolgte ein Hagelschlag; die Blitze continuirten: jetzt war die Epoche eines unbeschreiblich schnellen Stroms knisternder Blitzfunken, die nicht eher aufhörten, als mit dem Ende des Hagelschlags. Im August 1793 beobachtete ich ein gleiches, nur war das Wetter nicht so schwer. Im Junius 1792 schlugen sich von West gegen Ost schwärzliche Wolken zusammen; es regnete hierauf bey starkem Winde mit großen Tropfen: hierbey war ein Feuerstrom zwischen den Kugeln der Maschine zu sehen. Endlich fiel ein Blitzstrahl nicht weit von hier nieder: in demselben Augenblicke hörte der Feuerstrom auf, erneuerte sich jedoch nach einigen Minuten. Es fiel der zweyte Blitz mit der nämlichen Erscheinung, wonach nichts mehr zu sehen war und gegen West der Himmel sich aufheiterte.

2. Aus der Tabelle kann man auch die Umstände abnehmen, unter welchen ein Blitzstrom, oder ein Funkenspiel entsteht. Ein Blitzstrom hat statt, wenn bey einem heftigen Regengusse entweder kein Blitz, oder wenigstens kein naher Blitz sich zeigt; und wenn Hagel eintritt. Das Funkenspiel hingegen entsteht, wenn ein Blitznahe einfällt und die Scene endiget. Man sieht also, daß viel Blitzmaterie durch die Gewitterregen auf unsern Erdboden herabkömmt, ohne daß sie in Blitzstrahlen ausbricht; ja es ist mir sogar wahrscheinlich, daß, so wie während einem Gewitterregen die Blitze sichtbar werden, die Entladung größtentheils vorüber ist. Wie aber Feuerstrom und Hagel, im Frühjahr und Sommer, zusammenhängen, kann ich mir nicht erklären.

3. Eben daher ergiebt sich auch, warum im Frühjahre die Scene des Funkenspiels so selten, oder gar nicht ist; es blitzt weniger, als im Sommer, oder gar nicht.

Aus dem bisherigen sieht man, welchen Gang die atmosphärische Electricität das Jahr hindurch nimmt: Im Winter sind die Anzeigen derselben schwach: wenn's hoch kömmt, so fahren an der Maschine kleine Funken über. Gegen das Frühjahr hin wächst sie allmählich, so daß sie gegen die Mitte des Monats März das Fadenelectroscop schon kräftig afficirt. Im April zeigt sie sich, manchmal des Tages sehr oft in den sogenannten Aprilstürmen, häufig durch Glockenspiel und Funken. Gegen das Ende des Aprils und im May endlich beweist sie ihre Stärke durch reissende Ströme an der Maschine. In diesem ganzen Zeitraum blitzts und donnerts der Regel nach nicht, oder nicht anhaltend. In den Sommermonaten Junius und Julius ist die Epoche der Gewitter: die Maschine sprüht Funken, so oft es blitzt; dann ist

Stillstand, bis auf einen neuen Blitz; hagelt es, dann ist rascher Feuerstrom, der durch einen einfallenden Blitzstrahl augenblicklich gestillt wird, um wieder lebhaft anzufangen. Fallen im Herbste Stürme und Strichregen ein, so kehrt die Scene des März zurück: bedecken endlich die Herbstregen den ganzen Horizont, dann beobachtet man die Maschine umsonst; alle Spuren der Electricität sind verschwunden. Hievon sind durchaus die Ausnahmen selten.

Aber nun noch eins! Als ich im litterarischen Magazin für Katholiken B. 1. St. 4. Koburg 1794. zum erstenmal Beobachtungen dieser Art bekannt machte, äußerte ich die Meynung, daß, zu Folge der Beobachtungen, durch die Frühlingsregen mehr Blitzmaterie aus der Atmosphäre herabkomme, als durch alle Donnerwetter des Sommers zusammengenommen. Es klingt dieß sehr paradox; warum? weil es im Frühjahre sehr wenig donnert und blitzt, und man nur dann erst an Blitz denkt, wenn man ihn im Sommer sieht. Aber auch jetzt noch beharre ich steif auf meiner Meynung. Als ich während dem Frühlinge 1791 unsere Maschine das erstemal beobachtete, nahm ich die Explosionen derselben bey den Frühregen mit Vergnügen gewahr, und freuete mich im Voraus auf noch frappantere Wirkungen zur Zeit der Sommergewitter: aber umsonst. Die Gründe zu meiner Meynung sind folgende:

1) Wie oft regnet es in den Monaten März, April und May! Wenigstens ist es bey uns so und ohne Zweifel auch so, je weiter man gegen Nord kömmt. Ja! wie oft regnet es nicht an einem einzigen stürmischen Apriltage! Man hört keinen Donner, man sieht keinen Blitz; aber nichts desto weniger fehlt es meiner Erfahrung zu Folge niemals an deutlichen Blitzanzeigen an unserer Maschine. Es giebt Tage im Frühjahr, an welchen ich wäh-

während meinem Aufenthalte in dem hiesigen physikalischen Cabinet, von Morgens bis Abends elektrische Musik an dem Glockengeläute habe; klappern noch vollends Graupeln auf den Dächern, dann ist die Fuge in voller Arbeit. Dann sieht man nicht etwa bloß Spuren von Electrizität, die man mit einem Condensator gleichsam erhaschen müßte, sondern Funken, die von Kugel zu Kugel reissend überspringen: nicht etwa für einen Augenblick, sondern manchmal einen Strom, der eine halbe Stunde lang und noch länger forrarbeitet. Die Unbequemlichkeit der Tabellen hat mich gehindert, dieses deutlicher daselbst auszudrücken. Dagegen herrscht in den Sommermonaten eine Reihe von heitern Tagen, die sich auf zwey bis drey Wochen erstreckt; und diese Reihe kömmt von Zeit zu Zeit wieder: während dieser Zeit regnet es nicht ein Tröpfchen und die Maschine steht todt da. Hier in Fulda weiß man nun schon, daß man zur Befriedigung seiner Neugier die Maschine nicht im Sommer, sondern im Frühjahr besuchen müsse. Endlich zähle man, in meinen Tabellen, die Fälle für das Frühjahr und die Fälle für den Sommer ab; und man findet einen handgreiflichen Ueberschuß für das Frühjahr.

2) Man könnte aber einwenden: die Blitzmenge, die durch ein einziges Sommergewitter herabkömmt, sey vielleicht so groß, als die Menge, die durch mehrern Frühlingsregen herabgeleitet wird. Ich habe mir diesen Einwurf selbst oft gemacht, weil man sich wirklich an dem Paradoxen des Satzes stoßen muß; allein die Erfahrung nöthigte mich schlechterdings zu seiner Annahme. Wir wollen zwo Beobachtungen, eine vom Frühjahre und eine vom Sommer, zusammenstellen und ihre Erscheinungen gegen einander vergleichen; und damit die Umstände gleich seyen, sollen beide ein Donnerwetter betreffen.

Den

Den 11ten May 1793 erhob sich Abends ein Donnerwetter. Es blitzte und donnerte stark. Das Glockenspiel läutete sehr schnell. Endlich that es einen heftigen Regenguß und ein stäter, unausgesetzter Blitzstrom tobte zwischen den Kugeln der Maschine. So oft es blitzte, ließ der Strom auf einen Augenblick nach, aber sogleich erhoben sich die Fäden des Electroscops, die Glocken läuteten und der Strom knisternder Blitzfunken begann aufs neue. Diese angenehme Unterhaltung währte über eine halbe Stunde.

Den 18ten Julius 1793 entstand Abends ein schweres Gewitter. Es regnete etwas, jetzt mehr, jetzt heftig und endlich folgten starke Blitze. Die Maschine sprühte Funken, so oft es blitzte: denn so oft der Blitz zwischen den Kugeln der Maschine durchgefahren war; hatte die Scene ein Ende, die Maschine war todt, kein stäter Strom zu sehen, ungeachtet es zu regnen fortfuhr. Dieß Funkenspiel erneuerte sich zwar, so oft es blitzte; allein es macht doch wohl einen augenscheinlichen Unterschied, ob man einen stäten Feuerstom, oder nur reissende Funken, die einen Augenblick währen, übergehen sieht. Die Nichtphysiker gerathen bey einem Blitzstrom allezeit in Schrecken: das Funkenspiel aber reißt sie nur zu einer jüdischen Verwunderung hin, wie ich mehrmal erlebt habe. Alle Umstände also gleichgesetzt, bleibt ein Ueberschuß an Blitzmenge, die unserm Erdboden im Frühjahre zugeführt wird.

Da nun bey Sommergewittern, die zugleich Hagelwetter sind (welcher Fall aber bey uns selten eintritt), eben so, wie in den Frühlingsregen, ein stäter Blitzstrom statt hat; so wird es mir wahrscheinlich, daß die Ursache, warum im Frühlinge so viel Blitzmaterie herabkommt, darin liege, daß die Frühlingsregen meistens mit Graupeln oder doch mit unzerflossenen Schneeflocken unter-

untermischt sind: es regnet und schneiet zugleich. Die Mayregen sind kühl. Wie aber, noch einmal, Graupeln und Hagel mit Blitzmaterie zusammen hängen, weiß ich nicht.

Ich bin sehr willig, meine geäußerte Meynung zurück zu nehmen, wenn ich eines Bessern belehrt werde. Allein die Gegengründe müssen schlechterdings Thatsachen seyn, die man nur von Gotha und Mannheim, wo dergleichen Maschinen aufgerichtet sind, erwarten kann. Uebrigens wünsche ich sehr lebhaft, daß man dergleichen Beobachtungen häufiger anstellen möge, um in diesem Zweige der Meteorologie endlich einen Schritt weiter zu kommen.

5.

Ueber die vollkommene Attraktionskraft der schwimmenden Körper auf dem Wasser,

aus einem Briefe des Herrn Dr. G. Carradori *),

von Herrn Dr. Murhard.

Man nehme trockene kleine Köperchen, als z. B. Stückchen, worin man trockene Blätter gebrochen hat, oder Spähne, die beym Durchsägen des Holzes abgefallen sind, werfe einige davon aufs Wasser und tauche sie in der Entfernung eines Zolles ohngefähr unter einander unter. Während des Eintauchens wird man ein Stückchen vom andern sich ein wenig entfernen sehen und dieß ist, wie man wohl zu bedenken hat, die Wirkung der Bewegung, die durch das Eintauchen im Fluido entstanden ist. Hierauf nähere man ein solches Körperchen dem andern, so wird das eine Körperchen dem andern überall folgen, man mag es nun tiefer hinunter tauchen, oder über das Wasser erheben, oder horizontal bewegen, und es werden beide Körperchen sich an einander

*) Aus dem Giornale Fisico-Medico di Brugnatelli, Tom. IV. (Pavia 1794.) p. 162. und p. 225. gezogen.

ander hängen und so eine Attraktionskraft ausüben. Dieß ist jedoch nicht Wirkung der Attraktion des einen Körperchens gegen den andern. Denn im erstern Falle, wenn man nämlich den einen Körper weiter eintaucht, wird der andere sich ihm zu nähern suchen, weil alsdenn eine Höhlung oder zirkelförmiger Graben entsteht, wohin er dem Strome wohl folgen muß, und davon ist die Ursache die, daß die Cohäsionskraft des Wassers nicht so stark ist, als die Attraktion, die es auf jenen Körper ausübt, daher seine Oberfläche immer mehr nachgiebt, hinter den Körper tritt und ihn so forttreibt und gleichsam verschlingt. Diese Erscheinung geben alle schwimmende Körperchen, die das Wasser anziehen, denn sie folgen desselben Bewegung, welches nach der Adhäsion, die es mit dem Körper hat, entweder in die Höhe steigt, oder niedersinkt. Auf diese Art ziehen sich also schwimmende Körper an und werden durch die Adhäsionskraft, die das Wasser mit ihnen und den Wänden des Gefäßes hat, gegen einander hingetrieben.

Da man beobachtet hat, daß alle Körper, die, wie man weiß, gewiß flüchtiges oder fixes Oehl oder Harz enthalten, eine Ausdehnungsbewegung haben, sie mögen nun entweder flüssig oder fest seyn, in welchem letztern Falle sie sich in Staub auflösen, sobald man sie auf die Oberfläche des Wassers bringt; so glaube ich, wenn man irgend etwas vorher behaupten kann, daß alle Materie, die ein solches Phänomen darstellt, ein gemeinschaftliches Oehl oder Harz, woraus sie völlig gebildet ist, enthalte. Ich will nicht die Reihe von Körpern, die alle öhlicht und harzigt sind und womit ich Versuche angestellt habe, anführen; aber ich kann es versichern, daß alle entweder mehr oder weniger diese Wirkung hervorgebracht haben. Die Milch, z. B, die, wie jedermann weiß, eine ausgepreßte Substanz ist, dehnt sich

auf

auf dem Wasser eben sowohl aus, als der milchichte Saft der Titimalis und andere ähnliche Pflanzen, jedoch mit merklich weniger Kraft; daher hat man nicht daran zu zweifeln, daß das Mehl von der Frucht und andern Saamen nicht als ausgepreßt angesehen werden müßten, indem sie sich sowohl als fest, als als flüssig auf dem Wasser eben so, wie die milchichten Säfte der Pflanzen ausbreiten. Die Ursache der größern Geschwindigkeit, womit sich das Mehl auf dem Wasser in Vergleichung mit der Milch und den milchichten Pflanzensäften ausbreitet, glaube ich gewiß in dem harzigten Theile setzen zu müssen, worin es von der Milch verschieden ist, welche ein fixes Oehl enthält. Dieß findet aber nicht allein beym gemeinem Mehle statt, sondern auch bey den Radicibus tuberosis, bey allen Gräsern und überhaupt bey allen Pflanzen; und außerdem haben noch die Mehle einer großen Menge von Saamen von verschiedenen, sowohl verbrennlichen als unverbrennlichen, Sorten, womit ich Versuche angestellt habe, und die mehlichten Früchte diese Eigenschaft in einem ausnehmenden Grade, wodurch man berechtigt wird zu behaupten, daß alle Ueberfluß an harzigten Theilen haben, und daß sie zu kräftigen Nahrungsmitteln dienen müssen. Man hat Grund zu glauben, daß der harzigte Theil des Korns oder der Frucht in den Leim zu setzen sey, daher glaubte ich, daß die Stärke, als eine Art Schleim, der Eigenschaft, sich auf der Oberfläche des Wassers auszubreiten, beraubt seyn müsse, allein sie hat sie dennoch, wiewohl in einem geringern Grade, als das Mehl. Wir können daher nicht umhin, auch in ihr eine harzigte Substanz anzunehmen. Sie muß aber eine Substanz seyn, die mehr schleimigt als der Leim und selbst das Harz ist, und man muß in der Proportion dieses Princips und vielleicht auch in ihrer verschiedenen Combination die Differenz dieser beiden Substanzen setzen.

Das

Das wahre Gummi, wenn man es in möglichst kleine Theilchen getheilt hat, hat auch auf der Oberfläche des Wassers eine Ausdehnungsbewegung; ich halte daher das Gummi, das Harzgummi und das Harz fast nur für Grade einer und derselben Substanz.

Indem ich Beobachtungen von dieser Art über verschiedene Substanzen anstellte; so fiel mir ein, ein Brod von trockenem Korne zu stoßen und damit Versuche anzustellen, um zu sehen, ob die Eigenschaft des Mehls immer statt habe, und ich fand, daß sie immer sich fast auf gleiche Weise zeigte; dieß veranlaßte mich ferner daraus zu schließen, daß bey der Gährung und beym Backen des Brodes sie eben so wenig wegfalle und der Theil des Harzes, der im Mehle sich befindet, nicht zerstöhrt werde.

Ehe ich diesen Gegenstand verlasse, wird es nicht undienlich seyn, diejenigen, die Beobachtungen von dieser Art und besonders zu dem Ende anstellen wollen, um zu entdecken, welche Materien Oehl oder Harz enthalten, von den Vorsichtigkeitsregeln zu benachrichtigen, die man zu beobachten hat, wenn man nicht in Irrthümer verfallen will. Man sehe zuerst darauf, daß das Wasser, worauf man die Materie wirft, womit man Versuche anstellen will, eine große Oberfläche habe, und der Versuch wird entscheidend seyn, wenn er in einem Gefäße, worin das Wasser ab- und zufließt, oder in einem Flusse oder Teiche geschieht.

Stellt man den Versuch in einem mit Wasser angefüllten Gefäße an; so kann leicht eine öhlichte Unreinigkeit sich an den Wänden des Gefäßes festsetzen und so die Wirkung verhindern, indem sie sich auf die Wasseroberfläche setzt.

Hernach hat man wohl darauf zu sehen, daß man nicht vorher eine öhlichte Materie, sie mag auch beschaffen seyn, wie sie will, herbeybringe; denn auch alsdenn kann der Versuch fehlschlagen.

Die Ausdünstung des Körpers ist ebenfalls im Stande eine Täuschung zu verursachen. Ich habe selbst beobachtet, daß, wenn man seine Hand z. B. unter der Achsel, oder um den Kopf herum, oder an irgend einem andern Theile des Körpers reibt, woraus mehr eine öhlichte Ausdünstung ausströmt, als an andern, und man nimmt mit eben dieser Hand ein Stückchen Erde und wirft es auf's Wasser, sogleich eine Ausdehnungsbewegung entsteht. Dieß kann auch alsdann statt finden, wenn man die Materie, womit man den Versuch anstellen will, lange in der Hand hält. Es ist daher nöthig, sich vorher die Hände zu waschen und, nachdem man sie sich hinlänglich abgetrocknet hat, zum Versuche selbst zu schreiten und mit einem kleinen Löffel die Materie auf das Wasser zu werfen. Hieraus sieht jeder, was für Irrthümer hier entstehen können, wenn man nicht alle diese Vorsichtigkeitsregeln beobachtet.

6.

Betrachtungen über eine Schwierigkeit, die bey der Art statt findet, wie die Newtonianer die Cohäsion der Körper und die andern dahin gehörigen Phänomene erklären *),

von

Friedrich Wilhelm August Murhard,
der Philosophie Doctor zu Göttingen.

Man hat Ursache zu glauben, daß die Anziehungskraft, vermöge der die Planeten sich um die Sonne bewegen und wodurch die schweren Körper nach dem Mittelpunkt der Erde getrieben werden, noch andere Wirkungen in der Natur hervorbringe, als die Härte, den Zusammenhang und überhaupt alle aus der Cohäsion entspringende Erscheinungen. Denn 1) können diese verschiedenen Phänomene nicht von einem Stoße herrühren, und 2) ist es sehr natürlich, wenn man die Attraktion als eine Haupteigenschaft der Materie ansieht, ihr auch alle analoge Wirkungen zuzuschreiben, wohin gewiß die vorher genannten gehören.

Aber hier bietet sich gleich eine Schwierigkeit dar. Die Kraft, womit die schweren Körper und namentlich die

*) Man sehe den zweyten Band der Mémoires d'une société celèbre ou Mémoires des Jésuites sur les sciences, les belles lettres et les arts, die der Abt Grosier im Jahr 1792 zu Paris herauszugeben anfieng.

die Planeten gegen den Mittelpunkt ihres Strebens getrieben werden, ist allezeit dem Quadrat der Distanz umgekehrt proportional, und diejenige, womit die Theilchen bey den Cohäsionen sich einander nähern und sich mit einander vereinigen, ist offenbar grösser. Es scheint also, diese beiden Kräfte können nicht durch eine und dieselbe Ursache hervorgebracht werden.

Diese Schwierigkeit hat einigen Newtonianern so groß geschienen, daß, um sie zu vermeiden, sie lieber das Princip der Attraktion nur auf die himmlischen Phänomene einschränkten, wo es mit einer bewunderungswürdigen Leichtigkeit angewandt wird. Andere aber haben sie lieber zu heben gesucht, als einem Princip Gränzen zu setzen, dessen Allgemeinheit wenigstens sehr wahrscheinlich gemacht worden ist.

In dieser Hinsicht haben einige geglaubt, das allgemeine Gesetz der Attraktion sey nicht das des umgekehrten Verhältnisses des Quadrats, sondern das des umgekehrten Verhältnisses des Quadrats plus des umgekehrten Verhältnisses des Cubus, oder irgend einer andern noch höhern Potenz als der Cubus. Aber außerdem, daß diese Idee eine Annahme ganz ohne Beweis ist, und daß ein dergleichen Gesetz eine große Verwirrung hervorbringt, ist es gewiß, daß sie weder mit den Phänomenen der Schwere übereinkommt, wie man leicht sieht, noch mit denen der Cohäsionen, wie ich bald zeigen werde.

Andere haben zwey Attraktionsgesetze angenommen, das eine für große Entfernungen und für die himmlischen Phänomene, das andere für die kleine Entfernung, besonders für die Cohäsionen. Das erste soll das umgekehrte Verhältniß des Quadrats, und das zweyte das umgekehrte Verhältniß des Cubus seyn.

Zwar

Zwar ist es gewiß, die Philosophen mögen auch noch so viel von der Einfachheit der Naturgesetze reden, daß viele derselben beträchtliche Variationen und Modifikationen leiden. Die Gesetze der Refraktion sind z. B. nicht einerley bey den kleinen Körperchen des Lichts und bey größern Körpern. Die bey flüssigen Körpern in Ansehung des Drucks der Grundflächen statt findenden Gesetze sind in verschiedener Hinsicht von denen bey festen Körpern sehr verschieden. Auf alles dieß mögen sich jene Philosophen bey der Annahme eines doppelten Attraktionsgesetzes gestützt haben. Aber wenn dieß statt fände; so würden alle Körper von einer unendlich großen und vollkommenen Härte seyn; denn man könnte gar nicht daran zweifeln, daß bey allen Körpern sich nicht eine große Anzahl von Theilchen fände, die sich in einigen Punkten berührten. Diese Theilchen würden folglich bey ihrer Trennung einen Widerstand leisten, der durch keine endliche Kraft könnte aufgehoben werden, und dadurch würden also die Körper völlig hart werden.

Die Schwierigkeit, die man zu heben sucht, bleibt also aller gemachten Versuche, sie aufzulösen, ungeachtet noch immer völlig dieselbe. Aber sollte sie unauflösbar seyn?

Wenn man bedenkt, wie viele andere Schwierigkeiten, die man gegen Newton's System aufgeworfen hat, und die den ersten Anblick nach nicht weniger groß als diese zu seyn schienen, völlig dennoch mit der Zeit gehoben worden sind; so ist es wahrscheinlich, daß eben dieß mit der gegenwärtigen der Fall gewesen seyn würde, wenn unter den vielen großen Geometern, die das Newtonianische System zu vervollkommnen trachteten, sich einer gefunden hätte, der dieselbe einer besondern Aufmerksamkeit gewürdigt hätte. Allein die meisten beschäftigten sich allein mit Eifer mit den himm-

 lischen

lischen Phänomenen, und untersuchten sie auch bisweilen diejenigen, die die gegenwärtige Schwierigkeit veranlaßten, so war dieß nur vorübergehend und ohne sich dabey in ein genaueres Detail einzulassen.

Aus dem, was ich vorhin gesagt habe, folgt, daß die Kraft, die sich bey den Cohäsionen zeigt, selbst bey dem Berührungspunkte noch gar wohl endlich ist; sie ist unendlich kleiner, als die, welche eine Attraktion in der umgekehrten Verhältniß des Cubus, oder jeder andern Potenz, die höher als das Quadrat ist, hervorbringen würde. Ist es daher nicht natürlich zu denken, daß eine Attraktion in der bloßen umgekehrten Verhältniß des Quadrats, dazu hinreiche, sie hervorzubringen? Und wenn das wäre, würde dann die gegenwärtige Schwierigkeit nicht aufzulösen seyn? Die vorhin erwähnten beiden Arten von Anziehungen sind bloß Wirkungen einer und derselben Anziehung. Denn wenn ich Anziehung das Bestreben nenne, das der anziehende Körpe, ausübt, um den angezogenen Körper zu bewegen, und wenn ich die Kraft, womit der Körper durch dieses Bestreben angezogen wird, die Wirkung der Anziehung nenne; so ist gewiß, daß die Wirkungen einer und derselben Ursache in ihren Verhältnissen verschieden seyn können, ohne daß die Ursache selbst in ihrem Gesetze veränderlich sey. Hierzu werden nur einige Umstände erfordert, die die Wirkung der Ursache bald einfacher, bald verwickelter machen, die die Dauer derselben bald verlängeren, bald verkürzen. Auf eben die Art geschieht es, daß bey dem Falle der Körper eine und dieselbe Vis motrix nach der Natur der Hindernisse, welche sie zu bestreiten hat, oder nach der Zeit oder Art, wie sie angetroffen ist, Wirkungen hervorbringt, die sich bald wie die einfachen Geschwindigkeiten, bald wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten. Warum könnte es nicht eben so bey

der

der Attraktion seyn? Warum könnte diese Kraft, indem sie immer einem Gesetze folgt, nicht Wirkungen von verschiedenen Verhältnissen hervorbringen, indem durch die Dazwischenkunft einiger besondern Umstände ihre Wirkung verschieden modificirt würde?

Allgemein betrachtet scheint es also nicht unmöglich, daß die Kraft, die man bey den Cohäsionen betrachtet, und die der Schwere, in so verschiedenen Verhältnissen sie auch zu wirken scheinen, dennoch durch einerley Attraktion, die nach dem umgekehrten Verkältniß des Quadrats wirkt, hervorgebracht werden. Um sich von der Wahrheit dieser Sache zu überzeugen, müßte man in ein größeres Detail gehen, wozu ich jetzt keine Lust habe. Meine Absicht ist hier, mich nur auf allgemeine Betrachtungen einzuschränken. Ich will mich also für jetzt damit begnügen, nur einige bey den Cohäsionen statt findende Umstände zu bemerken, nach denen die Attraktion nach dem umgekehrten Verhältniß des Quadrats bey diesem Phänomen ein größeres Verhältniß als bey den Planeten hervorbringt.

Der erste Umstand, worauf ich hier aufmerksam mache, ist die außerordentliche Kleinheit der Theilchen, zwischen denen die Attraktion bey den Cohäsionen wirkt. Es sey (Fig. 2.) S eine sphärische Oberfläche, oder eine hohle Kugel von der möglich kleinsten Dicke, und P ein in einiger Entfernung auf die Verlängerung des Diameters AB gesetztes Körperchen. Nimmt man nun an, jedes unendlich kleine Theilchen der Kugel, D, O, u. s. w. übe auf das Körperchen P eine Attraktion aus, die im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung vom Körperchen ist; so folgt aus Prop. 71. Lib. 1. Princip. Newton., daß dieses Körperchen nach dem Mittelpunkte der Kugel mit einer Kraft getrieben werden wird, die dem Quadrat der Entfernung von diesem Mittelpunkte

 umge-

umgekehrt proportional ist. Dieß vorausgesetzt, sage ich, daß, wenn zwey oder mehrere Theilchen D, O, u. s. w. sich in eine kleine Masse vereinigen und diese ganz allein auf das Körperchen P wirkt, sie ihm eine verhältnißmäßig größere Kraft, als die mittheilen wird, die er von der ganzen Kugel erhielte. Man nehme auf demselben großen Zirkel ADBO auf beiden Seiten des Diameters AB und in gleichen Entfernungen zwey gleiche Theilchen D und O an, und setze die Wirkung der Anziehungskraft des Theilchens D = der kleinen Linie PG, und die des Theilchens O = der kleinen Linie PE = PG; die Kraft, womit das Körperchen P gegen das Centrum C vermöge dieser beiden Wirkungen getrieben wird, ist alsdann = der Diagonale PT und diese Kraft ist alsdenn derjenigen proportional, womit er gegen dasselbe Centrum, vermöge der Anziehungskraft der ganzen Kugel getrieben wird. Man hat also nur noch zu erweisen, daß, wenn diese beiden Theilchen sich in eine kleine Masse vereinigten und diese allein auf das Körperchen P wirkte, sie ihm eine größere Kraft als PT mittheilen werde. Dieß aber scheint an und für sich offenbar; denn wenn das Theilchen O z. B. sich mit dem Theilchen D vereinigen will; so verschwindet der Winkel DPO gänzlich, die Kräfte PG, PE hören auf schief auf einander zu wirken und die Kraft, womit das Körperchen getrieben wird, wird nicht mehr PT, sondern PG + EP, oder 2 PG > PT seyn, indem PG = PE angenommen worden ist. Hieraus folgt nun allgemein, ein Theilchen, das ein anderes anzieht nach einem gewissen Gesetze, muß in demselben eine verhältnißmäßig größere Kraft hervorbringen, als ein Körper von einem beträchtlichen Volumen hervorbringen würde, der es nach demselben Gesetze anzöge. Wegen der außerordentlichen Kleinheit der Theilchen, zwischen denen die Attraktion bey den Cohäsionen wirkt, kann also die Kraft, die man dabey wahrnimmt,

weit

weit größer verhältnißmäßig seyn als die, die man bey den großen Planetenkörpern beobachtet, ohnerachtet die Attraktion in beiden Fällen demselben Gesetze des Quadrats der Entfernung folgt.

Ein anderer Umstand, worauf ich hier aufmerksam mache, ist die gegenseitige Wirkung der Anziehung, die bey den Planeten beynah = o ist, und diese muß sehr beträchtlich und sehr merklich bey den Cohäsionen seyn. Jeder Körper, der einen andern anzieht, wird auch zugleich von diesem angezogen; und dieß bringt nothwendig zwischen den beiden Körpern eine Vermehrung der Kraft hervor, sich einander zu nähern, oder sich mit einander zu vereinigen. Diese Vermehrung der Kraft kann aber nicht zwischen Körpern statt finden, deren Massen sehr von einander verschieden sind; denn da die Attraktion in gleichen Entfernunger in Verhältniß der Massen wirkt, so wird ein Körper, dessen Masse sehr klein ist, auch nur eine sehr geringe, oder beynahe keine Wirkung auf den andern ausüben, dessen Masse sehr groß ist. Diese Vermehrung der Kraft muß aber bey sehr großen Distanzen wirklich statt finden, sie ist aber alsdenn ganz unmerklich und kann folglich als Null angesehn werden. Denn sie kann sich nur durch die Vermehrung der Geschwindigkeit zeigen, womit die beiden Körper gegen einander getrieben werden, oder welches auf eins hinaus kommt, durch die Vergrößerung des Raums, worin sie sich in einer gegebenen Zeit einander nähern. Nun aber ist offenbar, daß, je größer die Distanz ist, die die beiden Körper trennt, desto kleiner auch die merkliche Vermehrung des Raums ist, und daß bey großen Entfernungen sie völlig = o wird.

Diese beiden Ursachen, mit einander verbunden, verhindern es, daß man zwischen der Sonne und den Planeten keine Vermehrung der Kraft antrift, die man

ihrer gegenseitigen Anziehung zuschreiben könnte. Aber bey den Cohäsionen müssen gerade entgegengesetzte Ursachen eine sehr beträchtliche und besonders sehr merkliche Vermehrung der Kraft hervorbringen. Denn da die Theilchen, die sich bey diesen Phänomenen anziehen, beynahe einander gleich sind, so wird die Kraft, womit sie sich einander nähern und sich mit einander vereinigen, wegen ihrer gegenseitigen Anziehung doppelt so groß, als die ohne diese Anziehung seyn würde; und bey sehr geringen Entfernungen, worin diese Phänomene vor sich gehn, wird die geringste Vermehrung der Geschwindigkeit, oder welches einerley hier ist, die geringste Vergrößerung der Kraft sehr merklich und beträchtlich. Dieß ist also wieder ein Umstand, der es veranlassen könnte, daß die Attraktion, wenn sie auch gleich allezeit nach demselben Gesetze des Quadrats wirkte, bey den Cohäsionen dennoch eine weit größere, wenigstens merklich hervorbringen könnte, als diejenige ist, welche sie bey den Planeten hervorbringt. Ein dritter Umstand, der sich hauptsächlich auf die Dauer der Phänomene bezieht, ist der, daß anstatt, daß die Planeten nur nach dem Centrum hin getrieben werden, die Theilchen eines und desselben Körpers sowohl durch eine ähnliche Attraktion, als durch den Druck der andern Theilchen gegen den Mittelpunkt getrieben werden. Doch dieß bedarf einer nähern Erläuterung. Es sey (Fig. 3.) eine feste Kugel, die man in verschiedene concentrische sich berührende Oberflächen A B C D, P E Q F, u. s. w. getheilt annimmt. Stellt man sich nun ein Theilchen P vor, das im Innern der Kugel in irgend einer Fläche seine Lage hat; so hat Newton Prop. 70, 72 u. 73. Lib. I. es erwiesen, daß bey der Hypothese des Gesetzes des Quadrats der Entfernung, die Kraft, womit dieses Körperchen gegen das Centrum S der Sonne getrieben wird, der Distanz P S des Centrums proportional seyn wird, woraus denn

gar

gar leicht zu ersehen ist, daß die entferntesten Theilchen vom Mittelpunkte stärker angezogen werden, als die nähern.

Hieraus folgt denn, 1) daß die äußern Theilchen nach den Regeln der Mittheilung der Bewegung den innern das Uebermaas ihrer Kräfte mittheilen werden, und daß folglich in diesen Theilchen die Kraft, die sie durch die Anziehung des Mittelpunkts erlangen, zunehmen wird. 2) Die Vergrößerungen der Kraft, die die innern Theilchen erhalten, müssen nicht verlohren gehen, sondern im Gegentheil, sich erhalten und unablässig gegen den Mittelpunkt hin stärker werden. Denn 1) die Kräfte, die von den entgegengesetzten Theilen herkommen, als von A und B und sich ebenfalls bis zum Mittelpunkte erstrecken, wirken nicht gegen einander und können sich folglich auch nicht aufheben; 2) die Attraktion des Mittelpunkts und der Druck der äußern Theilchen wirkt beständig.

Es scheint daher, daß wegen dieses Umstandes die Kraft, die die Theilchen der harten Körper haben, um sich zu vereinigen und an einander anzuhängen, nicht nur größer seyn muß, als die der Planeten, sondern daß sie nach einiger Zeit unendlich groß werden muß, ohnerachtet sie eigentlich von derselben Attraktion im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung abhängt.

Verbindet man jetzt diese verschiedenen Umstände mit einander und setzt dazu noch andere, oder von diesen abhängende oder analoge, hat man außer dem bey den Phänomenen der Härte auf die Rauhigkeit der Oberflächen Acht, die allein es verhindern würde, daß die Theilchen sich sehr leicht trennten, und erwägt man, daß, wie auch das Gesetz beschaffen seyn mag, wovon die Kraft abhängt, die man bey diesen Phänomenen wahrnimmt,

nimmt, es doch in keiner Verhältniß einer Potenz, die über das Quadrat ist, seyn kann; sollte man alsdenn nicht bewogen werden zu glauben, daß dieß eben das des Quadrats sey? Man könnte zwar einwerfen, daß die Kraft, die man bey den Cohäsionen wahrnimmt im Berührungspunkte größer ist, als in der kleinsten Entfernung dieses Punkts, und daß nach Newton Prop. 85. Lib. 1. dieß nicht so seyn müßte, wenn diese Kraft die Wirkung einer Anziehung im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats wäre. Ich antwortete aber, daß, da dieser 85ste Satz sich auf Prop. 70, 71 u. 74 bezieht, worin Newton nicht auf besondere Umstände Rücksicht nimmt, die bey den Cohäsionen besonders im Berührungspunkte die Kraft vermehren können, die eigentlich zuerst von der Attraktion herrührt, hieraus nicht folge, daß die Kraft im Berührungspunkte nicht größer seyn könne, als in der geringsten Entfernung von diesem Punkte, ohnerachtet die erste und vornehmste Ursache, wovon sie abhängt, eine Attraktion im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung sey.

7.

Ueber die Electrizität im leeren Raum,

aus dem Französischen des Abts Candi *) gezogen,

von

Herrn Dr. Friedr. Wilh. Aug. Murhard,

zu Göttingen.

Der allgemein in allen Körpern der drey Naturreiche verbreitete Feuerstoff stellt sich dem Naturforscher unter drey verschiedenen Gestalten dar, als dem Lichte, dem gemeinen Feuer und dem electrischen Feuer, und durch die Vergleichung der Phänomene, die allen dreyen zugleich zukommen, haben die Physiker ihre Analogie und Verschiedenheit bestimmt. Die Eigenschaft, die allen drey Arten des Feuerstoffs gemein ist, ist, daß durch einen hohen Grad der Wirkung er die festesten Körper in Dünste auflöst, sie in Flammen setzt, verkalkt und nach der Verkalkung wieder herstellt. Das Licht, das ein Brennspiegel von sich wirft, verwandelt das Gold in Dünste, das man Jahre lang in den chemischen Laboratorien ohne den geringsten Verlust am Gewicht, geschmolzen aufbewahrt hat, so daß man dadurch ein Silberblech, das man in einer Entfernung von einigen Zollen darüber hält, vergolden kann; es setzt alle Körper von verschiedener

*) S. Mémoires de l'Académ. Roy. des sciences, à Turin. Tom. V.

dener Natur in Flammen und stellt die Metallkalke wieder her. Alle diese erstaunlichen Wirkungen bringt ebenfalls das electrische Feuer hervor und eben so auch das gemeine Feuer. Hierin besteht die Analogie der drey Arten des Feuerstoffs. Was nun aber die Verschiedenheit derselben anbetrift; so muß sie sich auf die verschiedenen Arten beziehen, wodurch der Feuerstoff seine Wirkung nach diesem dreyfachen Zustande ausübt. Wir haben eben gesehen, daß das Licht, das elektrische Feuer durch ihre größte Wirkung ein und eben dasselbe hervorbringen; aber das Licht und das elektrische Feuer bringen sie in einem Augenblicke hervor, das Feuer hingegen gelangt dazu erst durch eine sehr lange Zeit, und man muß, um sie zu erhalten, es auf mehr als 1000mal verstärken. Die geringste Entfernung, die zwischen dem gemeinen Feuer oder dem Lichte und den Körpern statt findet, worauf sie wirken, vermindert nicht allein die Wirkung, sondern kann sie auch ganz und gar verhindern, und das Glas, so dünn es auch ist, ist doch im Stande, die erstaunliche Wirkung der Electrizität zu unterbrechen. Dieß sind die Punkte, worin diese drey verschiedenen Arten des Feuerstoffs von einander verschieden sind.

Man hat sich daher nicht zu verwundern, daß das elektrische Feuer von allen Physikern beynahe für das kräftigste Wirkungsmittel der Natur angesehen wird. Vielleicht ist es auch das Feuer selbst, so wie das Licht, das keiner Nahrung und keiner Lebensluft um sich zu entzünden bedarf.

Lange waren die Physiker darin einig, daß das electrische Feuer im leeren Raume sehr leuchte, als auf einmal Herr Morveau dieß in Zweifel zog. Der Gegenstand ist einer ernstlichen Betrachtung werth, und ich hoffe, den Lesern werde es nicht unangenehm seyn, hier die Resultate meiner Untersuchungen vorzufinden

Wir

Wir wollen mit den Erfahrungen den Anfang machen. Herr Brisson erzählt eine sehr schöne des Herrn Parcieux. Eine Leydner geladene Flasche in einem leeren Raum gesetzt, entladet sich von freyen Stücken. In der Dunkelheit sieht man das electrische Licht sich von dem Orte, wo es am dichtesten ist, zu einem Orte, wo es dünner ist, bewegen. Diese Erfahrung, welche die Identität Eines Fluidums beweist und die Hypothese zweyer einander entgegengesetzten Fluidorum umwirft, zeigt auch, daß die Electrizität sich im leeren Raume frey verbreitet.

Herr Morgan *) nahm eine Röhre von einer Höhe von 15 Zollen und von $\frac{1}{4}$ Zoll ohngefähr Dicke. Er füllte sie mit Quecksilber, jedoch mit der Vorsicht an, daß die Röhre sehr warm und inwendig sehr gerieben war, um alle Feuchtigkeit und Luft, die sich noch darin befinden konnte, herauszutreiben, und daß das Quecksilber ganz kochend hinein geschüttet und die Röhre völlig dadurch gefüllet wurde, damit nicht das geringste Luftbläschen darin blieb. Er verschloß hierauf die Oefnung mit dem Daumen, kehrte die Röhre um und setzte sie in ein ebenfalls mit Quecksilber angefülltes Gefäß, damit, wenn er den Finger wegthäte, die innere Säule desselben von der umgebenden Luft erhalten würde. Er steckte hierauf die Röhre in den Scheitel einer gläsernen Glocke und verschloß genau das Loch mit einer hinlänglichen Menge Leim, um der äußern Luft den Zutritt zu verwehren. Diesen Apparat brachte er unter die Luftpumpe und pumpte die Luft heraus. Da auf diese Art der Druck der Luft aufgehoben war; so fiel das Quecksilber in Gefäße und brachte so die wahre Torricellianische Leere hervor. Alsdenn verband er den Scheitel, der mit einer Metallplatte bedeckten Röhre mit der electrischen Kette und

*) S. die Philosophical transactions 1785. pag. 272.

und da behauptet er, nicht das geringste Licht inwendig gesehen zu haben.

Ich bemerke hier zuerst, daß, wenn man auch wirklich inwendig in der Röhre kein electrisches Licht wahrnimmt, man daraus doch nicht auf eine vollkommene Unzugänglichkeit des leeren Raums in Ansehung der Electrizität schließen kann; alles, was man daraus abnehmen könnte, wäre, daß die Bewegung des Fluidums so schnell ist, daß sie dem Auge unbemerkbar bleibt. Aus gleicher Ursache sieht man bisweilen in einer gewissen Entfernung vom Punkte einer an der Kette befestigten Stange ein leuchtendes Flämmchen, das elektrische Feuer bewegt sich da von dem Punkte mit einer solchen Geschwindigkeit, daß es unsichtbar bleibt, bis es sich durch die Resistenz der umgebenden Luft in viele leuchtende Theilchen theilt, die sich insgesammt wieder in einem einzigen Punkte vereinigen. Herr Morgan hätte daher beobachten müssen, ob das Gefäß, worin sich das Quecksilber befand, Zeichen der Electrizität gäbe, welches er durch eine gehörige Communication leicht hätte bewerkstelligen können, und ob die Röhre zur Zeit des Versuchs nicht noch zu heiß war.

Da ich in der Folge den Versuch des Herrn Morgan mit aller nöthiger Vorsicht wiederholte; so sah ich das electrische Feuer im Innern der Röhre leuchten. Zwar wird dazu eine große Dunkelheit und ein gutes Auge erfordert, sonst ist das Fluidum so subtil und so fein, daß auch der geschickteste Beobachter sich dabey betrügen kann; aber vermittelst dieser beiden Bedingungen wird man, wenn man eine Metallstange am Scheitel der Röhre angeleimt hat und den Versuch auf die vorbeschriebene Art anstellt, das electrische Licht längst der Röhre sich bewegen wahrnehmen, und wenn man die Hand nähert, sieht man leuchtende Streifen, die Blitzen sehr ähnlich sind.

Wäre also der leere Raum für das electrische Fluidum unzugänglich, wie könnte es sich in der Röhre ausbreiten? Müßte es sich nicht vielmehr anhäufen, wie es immer der Fall zu seyn pflegt, wenn es in seinem Wege auf einen ihm widerstehenden Körper trift?

Als ich vermittelst Communicationen den electrischen Funken in dem leeren Raume eines doppelten Barometers von der Höhe von 40 Zollen gehen ließ, dessen beide Enden in kleine Gefäße gestellt waren; so sah ich oft in Gesellschaft des P. Beccaria, daß er sich bis zur höchsten Stelle der Krümmung bewegte und da sein Licht gab.

Eben dieselbe Wirkung erhält man, wenn man sich einer großen Bouteille von Krystall mit ihrem Halse bedient. Zieht man daraus die Luft aus, bringt sie an eine electrische Kette und führt nun die Hand ganz darum; so sieht man das electrische Feuer entstehen, hin und wieder in der Bouteille schweben und das Bild der sonderbarsten und hellsten Nordscheine darstellen. Es giebt aber außerdem noch viele andere Wege, im leeren Raume die Bewegung und das Licht der Electrizität zu zeigen. Diese Erfahrungen sind mehr als zulänglich, um zu zeigen, daß die Electrizität sich mit vollkommener Freyheit im leeren Raume bewege.

Es verbreitet sich aber das electrische Feuer nicht nur frey im leeren Raume, sondern es bringt auch dieselben Wirkungen beständig hervor. Ein starker Funken, den man aus der Maschine Franklins zog, und im leeren Raume durch ein zwischen zwey Krystallblättchen gelegtes Goldblättchen gehen ließ, schmolz dieses völlig und druckte die gewöhnlichen Farben auf der Oberfläche der beiden Blättchen stark ab. La Metherie selbst erzählt, ein Funke, der durch einen leeren Raum von

ohngefähr zwey Linien von Quecksilber durch einen in weißen Papier eingewickelten Goldfaden gegangen sey, habe einige Theile in Dünsten aufgelößt, indem er auf dem Papiere einen purpurfarbigen Streifen angetroffen habe. Er scheint dieß letztere Phänomen der wenigen Luft zuzuschreiben, die bekanntlich in der Glocke der Luftpumpe zurückbleibt; aber in diesem Falle würden die elektrischen Erscheinungen dieser übriggebliebenen Menge Luft proportional seyn, und folglich würden die Wirkungen in einem leeren Raume von einer Linie ohngefähr 772mal geringer seyn, welches doch der Erfahrung widerspricht.

An den Enden einer mit Wasser angefüllten Röhre, wovon eins völlig verschlossen, das andere aber ins Wasser geht und offen ist, bringt man zwey Goldfaden dergestalt an, daß zwischen ihnen eine Distanz von ohngefähr zwey Linien nach dem verschlossenen Ende zu statt findet. Auf diese Art erweckt man heftige electrische Ausladungen, und bey der Explosion jedes Funkens macht sich ein kleines Luftbläschen los. Diese Bläschen erheben sich nach und nach, um im obern Theile der Röhre sich auszubreiten. Läßt man unter diesen Umständen durch diese Luft eine starke Ausladung gehen; so entzündet sie sich, das Wasser wird kochend und die Röhre füllt sich damit an.

Aus dieser Erfahrung glaube ich zwey Schlüsse ziehen zu können, 1) daß der electrische Funken keiner Luft bedarf, um seine völlige Wirkung zu zeigen; 2) daß die Electrizität keine brennbare Luft, oder Lebensluft ist, wie Herr de la Metherie glaubt, und daß sie nicht ein Zusammengesetztes aus inflammabler Luft und Lebensluft ist; denn keine dieser beiden entzündet sich ohne die andere, und beide zugleich entzünden sich nicht, wenn

sie

sie nicht von der Flamme oder von einem Funken berührt werden.

In der eben angeführten Erfahrung bewirkt der Funke eben das von selbst, was man mit der größten Kraft des Feuers kaum auszurichten im Stande ist, verbindet, bey der größten Wirkung, Metalle mit einander; und man darf sich nicht darüber wundern, daß man noch zur Zeit nicht den geringsten Grad von Hitze bey der Wirkung wahrgenommen hat, wenn man nur auf die Schnelligkeit der Bewegung sieht.

Es ist heut zu Tage keinem Zweifel mehr unterworfen, daß man auch der Electrizität dasjenige phosphorische Licht zuzuschreiben hat, welches sich zeigt, wenn man den Zucker in der Dunkelheit zerstückt. Neue Erfahrungen haben auch gezeigt, daß es sich noch mehr aus Metallen durch das Reiben entwickelt.

Priestley hat bewiesen, daß eine große Menge electrischer Funken die Luft zu Unterhaltung der Flamme untauglich machen, und daß Thiere darin nicht athmen können. Aber kann man daraus schließen, daß der Funke eine Verbrennung ist? Das Licht, das von einem Brennspiegel abgeworfen wird, greift die verbrennlichen Körper, die sich im Brennpunkte befinden, an, aber hieraus folgt nicht, daß dieses Licht selbst eine Verbrennung sey, es erweckt diese nur.

Auch bringt der electrische Funke eine Art von Veränderung in dem Theile der Lebensluft hervor, der in der Atmosphäre sich befindet, und vielleicht bringt er sie auf den Zustand der fixen Luft; denn in Ansehung der Wirkung der Electricität auf die Lebensluft werden noch viele Erfahrungen erfordert, die man noch nicht einmal versucht hat, um sie mit den Wirkungen auf das Verbrennen und Athemholen vergleichen zu können; indem, da sie

 sich

sich nicht von selbst entzünden kann, man die Art nicht zu bestimmen im Stande ist, wie sie durch die Wirkung des Funkens verändert wird.

Sammelt man endlich alle Entdeckungen der Physiker, um eine gehörige Vergleichung anzustellen; so kann man mit dem unsterblichen Börhave annehmen, daß der Feuerstoff nicht anders als ein und dasselbe Fluidum sey, und daß die verschiedenen Arten, worunter er sich zeigt, nur von den den Körpern analogen Modificationen, worauf er wirkt, und der verschiedenen Art der Entwickelung dabey abhängen. Vielleicht ist das electrische Feuer nichts anders, als das reinste Feuer, das Elementarfeuer.

8.

Ueber des Herrn de Saussüre Diaphanometer,

von

Herrn Dr. Fr. Wilh. Aug. Murhard,

zu Göttingen.

Dieß Instrument, das Herr von Saussüre zuerst in den Mémoires de l'Acad. Roy. des sciences, à Turin. Tom. IV. beschrieben hat, hat einige Aehnlichkeit mit dem Kyanometer, sowohl in Ansehung der Bestimmung, als der Construction. Aber es findet dabey der Hauptunterschied statt, daß der Kyanometer die ganze Wirkung der Dünste und der in der Atmosphäre vom Auge des Beobachters bis zu den letzten Gränzen seines Gesichts ausgetheilten Ausdünstungen angiebt; dahingegen der Diaphanometer dazu bestimmt ist, die Größe dieser Ausdünstungen, die sich in einem begränzten Theile der uns umgebenden Luft befindet, anzuzeigen.

Das Maas der Durchsichtigkei des Herrn de Saussüre gründet sich auf die Verhältnisse der Distanzen, worin bestimmte Objekte aufhören sichtbar zu seyn, und es kam darauf an, Objekte zu finden, deren Verschwinden in einer gewissen Entfernung mit der möglichst größten Genauigkeit bestimmt werden könnte. Hier fand sich nun, daß der Augenblick der Verschwindung weit genauer bemerkt werden kann, wenn man ein

ein schwarzes Objekt auf einen weißen Grund, als ein weißes Objekt auf einen schwarzen Grund setzt; daß die Genauigkeit größer war, wenn die Beobachtung in der Sonne als im Schatten geschah, und daß man einen noch größern Grad der Genauigkeit erhält, wenn der weiße den schwarzen Zirkel umgebende Raum selbst durch einen Zirkel oder Grund von einer dunkeln Farbe umgeben sey. Dieser letzte Umstand war besonders merkwürdig, und eine ganz neue Beobachtung.

Befestigt man nämlich in der Mitte eines großen Blatts Papier oder Pappe, das aber völlig weiß seyn muß, einen ganz schwarz gefärbten Zirkel, dessen Diameter ohngefähr 2 Linien ist und setzt man der Sonne, oder wenigstens dem hellen Tage, dieses Papier und diesen Zirkel aus, nähert sich ihm in einer Entfernung von 3 oder 4 Fuß und entfernt sich nun nach und nach, indem man stets die Augen fest auf den schwarzen Zirkel gerichtet hält; so wird dieser Zirkel an Größe immer mehr abzunehmen scheinen, jemehr man sich davon entfernt, und in einer Entfernung von 33 bis 34 Fuß z. B. wird er als ein Punkt erscheinen. Fährt man aber fort, sich davon zu entfernen; so wird man ihn von neuen sich erweitern sehn, und er wird eine Art von Wolke zu bilden scheinen, dessen Nüance nach der Circumferenz zu immer mehr und mehr abnimmt. Diese Wolke wird sich immer zu erweitern scheinen, je mehr man sich entfernt, aber endlich auch ganz und gar verschwinden. Den Moment dieses Verschwindens aber kann man gar nicht genau angeben, und jemehr Versuche man darüber anstellte, desto mehr waren die Resultate derselben verschieden. Dieß ist eine völlig wahre Beobachtung, und ich selbst habe hierüber unter einerley Umständen eine ganze Reihe von Versuchen angestellt, und bin nur dadurch von der Wahrheit des obigen Satzes desto mehr überzeugt worden.

Herr

Herr de Saussüre dachte lange darüber nach, wie er diesem Uebel abhelfen könnte, er sah ein, daß, so lange diese Wolke statt fände, man hier nie etwas genaues erlangen könne, und er erkannte, daß sie nur in Vergleichung mit dem weißen der vom schwarzen Zirkel am meisten entfernten Theile erschiene. Hieraus schloß er, daß, wenn man nur nahe an diesem Zirkel den Grund weiß ließ und mit einer dunkeln Farbe die Theile der Pappe, die davon entfernt sind, bedeckte, die Wolke nicht mehr, oder wenigstens beynah nicht mehr sichtbar seyn würde.

Die Erfahrung bestätigte auch diese Vermuthung, und Herr de Saussüre ließ daher nur einen Raum um den schwarzen Zirkel weiß, der dessen Diameter gleich war, und setzte einen Zirkel von schwarzen Papier von einer Linie im Durchmesser in die Mitte eines weißen Zirkels von 3 Linien im Durchmesser, so daß der schwarze Zirkel nur von einem weißen Kranze umgeben ist, der eine Linie überall breit ist. Alles war auf einem grünen Grunde geleimt. Das Grüne wurde deswegen gewählt, weil es dunkel genug ist, die Wolke zum Verschwinden zu bringen und am leichtesten zu haben ist.

Die schwarzen auf diese Art mit weiß umgebenen Zirkel auf einem grünen Grund verschwinden in einer viel kleinern Entfernung, als wenn sie sich auf einem weißen Grunde von einer ausgebreiteten Größe befinden.

Setzt man einen ganz schwarzen Zirkel von einer Linie im Durchmesser in der Mitte eines weißen Grundes geleimt einem sehr hellen Tageslichte aus; so kann ich ihn noch in einer Entfernung von 44 oder 45 Fuß wahrnehmen; ist aber eben dieser Zirkel nur von einem weißen Kranz von einer Linie in der Breite umgeben, der übrige Theil des Grundes aber grün; so verliere ich

 ihn

ihn schon in einer Entfernung von 15½ Fuß aus dem Gesichte.

Nach diesen Principien schnitt Herr de Saussûre eine Menge schwarzer Zirkel aus, deren Durchmesser nach einer geometrischen Progression wuchsen, deren Exponent $\frac{3}{2}$ ist. Sein kleinster Zirkel hatte $\frac{1}{5}$ oder 0,2 einer Linie, der zweyte 0,3, der dritte 0,45 und so fort bis zum sechzehnten, der 87,527 Linien, oder ohngefähr 7 Zoll 3½ Linien zum Durchmesser hatte.

Jeder dieser Zirkel ist mit einem weißen Kranz umgeben, dessen Breite dem Durchmesser des Zirkels gleich ist, und alle sind auf grünen Gründen aufgeleimt.

Herr de Saussûre wählte einen Weg in einer geraden Linie, oder eine Ebene von 12 oder 1500 Fuß im Umfange, die gegen Norden durch Bäume oder eine herabgehende Wiese begränzt war, zur Anstellung seiner Versuche.

Noch hat man aber folgendes sich dabey zu merken nöthig. Wenn man zurückgeht, sieht man mit dem Auge beständig fest auf die Pappe, dadurch ermüdet das Auge aber und hört zu bald auf, den Zirkel zu sehen. Sobald man daher aufhört ihn zu unterscheiden; so muß man seine Augen ausruhen lassen, ja aber nicht, indem man sie verschließt, denn das Tageslicht würde da die Augen blenden, wenn man sie wieder eröfnet, sondern indem man sie langsam nach den weniger erleuchteten Gegenständen, welche sich am Horizonte darbieten, hinwendet. Hat man dieß ohngefähr eine halbe Minute lang gethan, und man richtet nun von neuen seine Augen auf die Pappe; so wird man den Zirkel wiederum sehen und man entfernt sich so lange, bis er wiederum verschwindet. Alsdenn ruht man seine Augen von neuen aus und setzt sie dadurch in den Stand, den Zirkel wieder von neuen

zu

zu sehen u. s. w., bis er endlich wirklich fürs Auge verschwindet.

Will man eine genaue Ausdrückung des Mangels an Durchsichtigkeit finden; so muß man einer Menge Zirkel sich bedienen, deren Durchmesser nach einer gewissen bestimmten Progression wachsen, und die Vergleichung der Distanzen, worin sie verschwinden, wird das Gesetz angeben, wornach die Durchsichtigkeit der Luft in verschiedenen Entfernungen abnimmt. Will man aber nur die Durchsichtigkeit der Luft in zwey Tagen, oder an zwey verschiedenen Orten, mit einander vergleichen, so hat man mit zwey Zirkeln zur Beobachtung genug.

Nach diesen Grundsätzen ließ Saussüre ein Quadrat von weißen leinen Tuch machen von 8 Fuß; in der Mitte dieses Quadrats ließ er einen vollkommnen Zirkel von zwey Fuß im Durchmesser von schöner mattschwarzer Wolle aufnähen; um diesen Zirkel ließ er eine weiße Zone von 2 Fuß in der Breite gehen, und das übrige des Quadrats ließ er mit einem matten Grün bedecken.

Auf gleiche Art und aus gleichen Stoffen verfertigte er ein anderes Quadrat, das aber $\frac{1}{12}$ des vorhergehenden war, so daß also das Quadrat = 8 Zollen ist, der schwarze Zirkel, der die Mitte desselben einnimmt, 2 Zoll im Durchmesser hat, und der weiße Raum um diesen Zirkel ebenfalls = 2 Zoll ist.

Hängt man nun diese beiden Quadrate vertikal und einander parallel auf, so daß beide gleich stark von der Sonne beschienen werden, so müßte, wenn in dem Augenblick, worin man den Versuch anstellt, die Luft völlig durchsichtig wäre, der Zirkel des großen Quadrats, der zwölfmal größer ist, als der des kleinen, auch in einer zwölfmal größern Entfernung noch sichtbar seyn.

Bey Herr de Saussüre verschwand der kleine Zirkel in einer Entfernung von 314 Fuß und der große in einer Entfernung von 3588 Fuß, anstatt daß er in einer Entfernung von 3768 Fuß hätte verschwinden müssen. Die Luft war also nicht vollkommen durchsichtig. Dieß kam von geringen Dünsten her, die in der Luft gerade damals schwebten.

Es ist sehr interessant das Gesetz zu kennen, nach welchem die Deutlichkeit, womit man ein Objekt sieht, abnimmt, wenn man entweder den Mangel der Durchsichtigkeit des Mediums, oder die Dicke der Schichte des Mediums, durch das man den Gegenstand sieht, vermehrt. Lambert hat zwar über die Verminderung der Größe des Lichts bey dessen Propagation über ein unvollkommen durchsichtiges Medium viele scharfsinnige Untersuchungen in seiner Photometrie angestellt, aber Herr de Saussüre ist der erste, der die Verminderung der Deutlichkeit, womit man ein Objekt in verschiedenen Entfernungen durch eben so ein Medium sieht, betrachtet hat.

9.

Zweytes Schreiben des Herrn Alexander Volta an den Herausgeber, über die sogenannte thierische Electrizität.

Die in meinem letzten Briefe *) angegebenen Arten von Verbindungen von verschiedentlich gearteten Leitern, lassen sich durch Zeichnungen deutlicher machen, die ich deshalb hier beyfüge. (M. s. Taf. II.). Die größern Buchstaben deuten die verschiedenen Leiter oder Erreger (Moteurs) der erstern Klasse, und die kleinern die der zweyten Klasse an. Fig. 1. und 2. drücken die beiden in meinem vorigen Briefe schon angegebenen Fälle aus.

Ich halte es für überflüßig, Ihnen hier bemerklich zu machen, daß, wenn der Kreis bloß von zwey Arten der Leiter, so verschieden sie auch sind, und so vielfach auch die Anzahl der Stücke sey, woraus jeder besteht, zusammengesetzt ist, (wie Fig. 3, 4, 5 und 6) zwey gleiche Kräfte sich einander entgegengesetzt befinden, d. h., daß das electrische Fluidum nach zwey entgegen-

*) Man s. B. III. S. 479. ff. Der gegenwärtige Brief ist als Fortsetzung des vorigen zu betrachten, der damit im genauen Zusammenhange steht. G.

gegengesetzten Richtungen gleich stark getrieben werde, und daß sich folglich kein Strom weder von der Rechten zur Linken, noch umgekehrt, bilden könne, der im Stande wäre, Convulsionen zu erregen.

Es giebt aber andere Fälle, andere Verbindungen, wo die Kräfte sich gleichermaßen im Gleichgewicht sind, und wo also auch kein electrischer Strom statt findet, wenigstens kein solcher, der auf die zartesten Nerven Eindruck machen, oder in dem aufs vortheilhafteste präparirten Frosche, der sich in dem Kreise befindet, Erschütterung erregen könnte, ohngeachtet der Dazwischenkunft zweyer oder mehrerer verschiedener Metalle. Dieß ist der Fall, wenn jedes dieser Metalle sich zwischen zwey feuchten Leitern, oder denen der zweyten Klasse, und die sehr nahe von einerley Art sind, befindet, wie Fig. 7.; oder wenn auch in dem Kreise aus drey Stücken zwey derselben von einerley Metall, und eins von einem andern Metalle ist, die so verbunden sind, daß sich dieses unmittelbar zwischen jenen befinde, wie Fig. 8.

Wenn das mittlere Metallstück A unmittelbar mit einem Ende an eines von den beiden Stücken Z applicirt ist, aber mit dem anderen Ende nicht unmittelbar das andere Stück Z, sondern einen dazwischen liegenden Leiter in der zweyten Klasse, groß oder klein, (sey's auch nur ein Wassertropfen, ein Stückchen rohes oder gekochtes Fleisch, Pilz, der nicht feucht ist, Kleber von Mehl, Gallerte, Seife, Käse, Eyweiß, selbst hartgekochtes) berührt; dann sind bey dieser neuen Verbindung, die Fig. 9. vorgestellt ist, (wo ein Leiter der zweyten Klasse m sich zwischen zweyen der erstern Klasse A und Z befindet), die Kräfte nicht mehr einander entgegengesetzt, und dieß ist hinreichend, den elektrischen Strom zu bestimmen. Wenn also g (Fig. 9.) ein präparirter

parirter Frosch ist, so wird er jedesmal heftig erschüttert, so oft man diesen Kreis vollständig macht.

Sie werden leicht gewahr werden, daß die beiden letztern, durch Fig. 8. und 9 angezeigten Versuche mit den von Herrn von Humboldt bekannt gemachten übereinkommen, wo ein Tropfen Wasser, ein klein Stückchen frisches Fleisch, selbst eine ganz dünne Schicht von irgend einer Feuchtigkeit, die ganze Zauberey macht; Erfahrungen, die er in seinem Briefe an Herrn Blumenbach vom Jun. 1795 beschrieben hat, und die sich in Ihrem neuen Journal der Physik Th. II. S. 115. finden, Erfahrungen, die ich aus meinen Principien abgeleitet, auf tausenderley Art verändert hatte, und womit ich schon seit Jahren vertraut bin.

Wenn man einen andern Wassertropfen, oder irgend einen wässerigen Leiter zwischen das andere Ende von A und das andere correspondirende Stück Z bringt, (wie Fig. 10 zeigt), so ist denn jedes Metallstück isolirt, ich will sagen, zwischen zwey wässerigen Leitern; dann sind abermals die Kräfte von der Rechten zur Linken, und von der Linken zur Rechten, durchaus wieder entgegengesetzt, folglich wird der electrische Strom verhindert, und der Frosch bleibt solchergestalt unbewegt.

Es ist also schlechterdings nöthig, daß zwey verschiedene Metalle oder Leiter der ersten Klasse unmittelbar mit einander auf der einen Seite in Berührung sind, während sie mit ihren gegenüber stehenden Enden Leiter der zweyten Klasse berühren.

Man könnte diesen wechselseitigen Contact zweyer verschiedener Metalle als die unmittelbare Ursach ansehen, welche das electrische Fluidum in Bewegung setzt, anstatt dieß Vermögen den beiden Berührungen der besagten Metalle mit den feuchten Leitern zuzuschreiben:

man

man könnte z. B. in der 1. Figur anstatt zwey verschiedene Actionen, wenigstens in Ansehung der Größe der Kraft, eine bey Berührung des A mit a, die andere bey Berührung des Z mit eben diesem a, anzunehmen, wodurch ein electrischer Strom in der Richtung von Z zu A entspringt, man könnte, sage ich, nur Eine Action bey den Berührungspunkten von A mit Z voraussetzen, die das Fluidum in eben dieser Richtung triebe. Das Resultat ist, wie man leicht einsieht, einerley in beiden Voraussetzungen. Ob ich aber gleich Ursachen habe, im Grunde eher die erstere, als die zweyte, für wahr anzunehmen, so stellt doch diese die Sache einfacher dar, und kann daher sehr gut dienen, sich bey den Erklärungen an sie zu halten, da sie eine schnellere Uebersicht gewährt. Man könnte dann sagen, daß in den Fällen von Fig. 3, 4, 5, 6, 7 und 10 keine Wirkung deshalb statt findet, weil hier keine wechselseitige Berührung verschiedener Metalle ist; daß die Wirkung auch nach Fig. 8. null ist, weil A an zwey entgegen gesetzten Seiten Z und Z berührt, und die Actionen also im Gleichgewichte sind; daß endlich der electrische Strom veranlaßt wird, in Fig. 9. durch die Action, die aus der Berührung von A und Z entspringt, und der durch keinen andern ähnlichen Contact entgegen gewirkt wird *).

Nachdem wir also gesehen haben, was bey der Anwendung dreyer Metallstücke, oder Leiter der ersten Klasse, nämlich zweyer von einerley Art und einem davon verschiedenen, der Erfolg sey, wenn sie bald auf die eine, bald auf die andere Weise mit Leitern der zweyten Klasse verbunden werden, so wollen wir nun prüfen, was meinen Principien nach mit vier Metallstücken erfolgen muß, von denen zweye von einerley Art, z. B. Zink, sind, wenn man ihre Verbindungen mit feuchten Leitern auf verschiedene Art unternimmt.

Ich

*) S. Beylage.

Ich würde voraus sagen, daß, wenn man sie zu einem Kreise, wie Fig. 11., verbindet, die Kräfte, welche das electrische Fluidum in Strömung zu setzen streben, sich entgegen gesetzt und vollkommen im Gleichgewicht seyn würden, und folglich nichts am Frosche erfolgen müßte, den ich als einen der feuchten Leiter a, oder als Theil desselben hierbey annehme, so erregbar und gut präparirt er auch sonst seyn mag; und wird der Versuch mit Genauigkeit und der nöthigen Vorsicht gemacht, so, daß besonders die Metalle, an den Berührungsstellen recht trocken und rein sind, so bestätigt er auch die Vorhersagung völlig; der Frosch erleidet keine Erschütterung, keine convulsivische Bewegung.

Diese Bewegungen haben im Gegentheil statt, wie ich es meinen Grundsätzen gemäß vorhersehen würde, so oft ich eines von den Mittelstücken weglasse, oder die Ordnung ändere.

Die Leiter der zweyten Klasse, die in allen Figuren durch kleine Buchstaben angezeigt sind, können Tassen mit Wasser seyn, worin die Metallstreifen, die durch große Buchstaben angezeigt werden, getaucht sind; Schwämme, oder andere mit wässeriger Feuchtigkeit getränkte Körper; können groß oder klein seyn, aus einem oder mehrere Stücke bestehen, wenn sie nur gehörig in Berührung sind; es können Personen seyn, wenn nur ihre Haut an den Stellen der Berührung feucht genug ist, u. s. w. Auf die letztere Art werden die Versuche sehr schön und unterhaltend, wenn man nämlich den Kreis aus drey oder mehrern Personen, (ich habe ihn oft aus zehn und mehrern gemacht), aus zwey oder mehrern Fröschen, die gehörig präparirt sind, und aus vier Metallstücken, zweyen von Silber, und zweyen von Eisen, Zinn, und besonders von Zink, macht. Die

Veränderung der Wirkung, wenn man die Verbindungen ändert, ist frappant.

Es sey also die Stellung, wie Fig, 12, wo g der präparirte Frosch ist, der an der einen Seite bey den Füßen, an der andern beym Rumpfe von den Händen der beiden Personen p, p gehalten wird. Z, Z sind zwey Bleche von Zink, die von eben diesen Personen gehalten werden, und A, A zwey Stücke Silber, die von einer dritten Person, die auch durch p bezeichnet ist, gehalten werden. Man vergesse hierbey nicht, daß die Hände recht feucht seyn müssen, da die trockene Haut kein hinlänglich guter Leiter ist. Da bey dieser Kette die Actionen der electrischen Erreger sich einander entgegengesetzt und genau im Gleichgewichte sind, wie man leicht einsehen kann, so findet auch keine Erschütterung, keine Convulsion im Frosche statt.

Man lasse nun das eine von den Metallpaaren A Z, das sich zwischen den zweyen Personen p, p, oder zwischen irgend ändern feuchten Leitern befindet, in Verbindung, wie es ist, und kehre die Stellung der beiden andern Metallstücke A Z um, indem man die 12. Fig. in Fig. 13 verwandelt, (wodurch nun die Actionen, anstatt sich entgegengesetzt zu seyn, zusammenwirken, das electrische Fluidum nach Einer Seite zu treiben, oder einen und denselben Strom zuwege zu bringen); oder man bringe zwischen A und Z eine andere Person, oder irgend einen Leiter der zweyten Klasse, so, daß die Kette so wird, wie in Fig. 14; oder noch anders, man nehme in Fig. 12 eines von den Stücken A, Z, weg, und mache dadurch die Kette so, wie Fig. 15 und 17; oder endlich, man nehme das ganze Paar A Z weg, entweder auf der einen oder der andern Seite, wie es Fig. 17 vorstellt, (wodurch es endlich mit Fig. 1 übereinkömmt, indem man die ganze Kette p, g, p, p, als einen einzigen

gen feuchten Leiter oder der zweyten Klasse ansehen können): in allen diesen Combinationen, die Sie durch Fig. 13, 14, 15, 16 und 17 ausgedrückt finden, sind sich die Actionen, die durch die metallischen Berührungen entspringen, nicht mehr einander entgegengesetzt oder im Gleichgewichte, wie sie es Fig. 12. waren; folglich entsteht ein electrischer Strom, und der Frosch g, den ich gehörig präparirt voraussetze, in der Kette, wird jedesmal erschüttert werden, so oft der an irgend einer Stelle unterbrochene Kreis, besonders zwischen Metall und Metall, wieder hergestellt wird.

Was den Versuch betrift, wo man zwischen das Paar A Z, d. h., zwischen die beiden verschiedenen Metalle einen feuchten Leiter oder einen der zweyten Klasse (Fig. 14.) bringt, so ist, wie ich schon bey Gelegenheit der 9. Figur bemerklich gemacht habe, dazu ein Wassertropfen, ein kleines Stück feuchter Schwamm, eine schwache Schicht von irgend einer Flüssigkeit, Seife, oder irgend einer viskösen Materie, hinreichend. Diesen überraschenden Versuch mache ich gewöhnlich so, daß ich statt des Silberstücks eine Tasse oder einen Löffel anwende, worin Wasser ist, und den, welcher die recht trockene und reine Zinkstange hält, mit dieser Stange bald die ebenfalls recht trockenen Wände des Löffels oder der Tasse, bald das darin enthaltene Wasser berühren lasse: es ist bewundernswürdig, zu sehen, daß, so wie auf die letztere Weise die lebhafte Erschütterung des Frosches niemals unterbleibt, die erstere Art, die mit Fig. 12 übereinkömmt, nicht die mindeste Erregung zuwege bringt, vorausgesetzt, daß nicht ein kleiner Wassertropfen, oder eine dünne Schicht Feuchtigkeit an der Stelle der Berührung sey, wodurch der Fall der 14. Figur hergestellt werden würde. Dieß wird Sie belehren, mit welcher Aufmerksamkeit und mit welcher Sorgfalt

 diese

diese Versuche angestellet werden müssen, um Irrthümer und Täuschungen, die so leicht entstehen können, und übrigens überall Anomalien sehen lassen könnten, zu vermeiden.

Wenn ich Wasser oder irgend einen feuchten Körper, groß oder klein, nicht bloß zwischen das eine Metall-Paar A, Z, wie Fig. 14 bringe, sondern zwischen beide Paare, wie es Fig. 18 vorstellt, so ist nun jedes Metallstück zwischen ähnlichen feuchten Leitern, und dadurch werden alle Actionen wieder entgegengesetzt und ins völlige Gleichgewicht gebracht; oder nach der andern Art, die Sache anzusehen, es giebt keine Action mehr, aus Mangel der wechselseitigen Berührung zweyer verschiedener Metalle, die, wie wir gesehen haben, schlechterdings nothwendig ist, um den electrischen Strom zu erregen; und wir sehen abermals, daß der Frosch keinesweges erschüttert wird.

Ich breite mich nicht weiter über ähnliche Combinationen aus, die man mit einer größern Anzahl Metallstücke ins Unendliche abändern kann; und wobey man leicht im Stande seyn wird, die Erscheinungen voraus zu sagen, die man nach einer genauen Prüfung, meinen aufgestellten Grundsätzen gemäß, immer finden kann. Es ist für gegenwärtig hinreichend, den Schluß zu machen, daß in einem bloß aus zwey Leitern bestehenden Kreise, so verschieden sie auch seyn mögen, die wechselseitigen Berührungen derselben keinen electrischen Strom erregen können, der vermögend wäre, Empfindung oder Muskelbewegung zu erregen; und daß im Gegentheile diese Wirkung unausbleiblich jedesmal erfolgt, so oft drey Leiter, einer von der einen, und zwey unter sich verschiedene von einer andern Klasse, die wechselseitig mit einander in Berührung kommen, die Kette bilden; und daß diese Wirkung um so stärker ist, je mehr diese letztern

ver-

verschieden sind; daß in den andern Fällen, wo mehr als drey verschiedne Leiter statt finden, die Wirkung entweder gar nicht erfolgt, oder in diesem und jenem Grade, je nachdem durch die verschiedenen Verbindungen die Kräfte, die sich bey jeder heterogenen Berührung entwickeln, und die öfters im Gegensatze sind, und das electrische Fluidum nach entgegengesetzten Richtungen zu gehen streben, je nachdem, sage ich, diese Kräfte vollkommen mit einander im Gleichgewichte sind, (welches ein sehr seltener Fall seyn muß), oder die Summe derer, die nach einerley Richtung streben, mehr oder weniger von der Summe derer, die nach einer andern Richtung gehn, übertroffen wird.

Wir wollen hier indessen die zu sehr verwickelten Combinationen bey Seite lassen, und zu den einfachern Fällen, die eben dadurch demonstrativer sind, zu denen mit drey verschiedenen Leitern zurückgehen, die durch Fig. 1. dargestellt sind, nämlich zu denen mit zwey verschiedenen Metallen oder Leitern der ersten Klasse, die sich unter einander berühren, und mit ihren andern Seiten an feuchte Leiter, oder an Leiter der zweyten Klasse applicirt sind. Diese Methode hat man seit der Entdeckung Galvani's gewöhnlich angewendet, und sie steht gerade mit der Verschiedenheit der Metalle, von der ich das ganze Spiel abhängen lasse, im Verhältniß.

Die andere Art der Verbindung, die durch Fig. 2. ausgedrückt ist, nämlich aus Einem Metalle, das sich zwischen zweyen verschiedenen feuchten Leitern befindet, z. B. zwischen Wasser auf der einen Seite, und einer wässerigen, seifenartigen, oder salzigen Flüssigkeit auf der andern, habe ich erst seit dem Herbst 1794 entdeckt und gehörig bestimmt. Ob ich gleich seit dieser Zeit die sehr abgeänderten Versuche mehrern Personen, sowohl Inländern als Ausländern gezeigt habe, unter denen

 sich

sich auch Herr von Humboldt befand, der von einigen auch in seinem zweyten Briefe an Herrn Blumenbach vom 26sten August 1795, im II. B. S. 471. Ihres neuen Journals, Nachricht gab; und ob ich gleich mehrern meiner Correspondenten davon schrieb, und zu gleicher Zeit einige Briefe herausgab, worin die Sache deutlich bekannt gemacht ist; so habe ich doch diesen neuen Gegenstand noch nicht so ins Licht gesetzt, als er es verdient. Dieß ist aber mein Entschluß, den ich bey mehrerer Muße ausführen werde.

Die sonderbare Erfahrung, von der ich Ihnen in meinem ersten Briefe Nachricht gab, in Ansehung des sauren Geschmacks bey Berührung einer alkalischen Flüssigkeit mit der Zunge, gehört, wie Sie sehen, zu dieser zweyten Art, das electrische Fluidum zu sollicitiren und in Circulation zu setzen (indem die zinnerne Tasse von außen durch die mit Wasser benetzte Hand, und von innen durch die alkalische Flüssigkeit berührt wird); und zeigt, daß dieser Strom nicht minder stark und thätig ist, als der durch die erste Art erregte, nämlich durch Anwendung zweyer, hinlänglich gut ausgewählter Metalle, als Bley und Kupfer, Eisen und Silber, Zink und Zinn. Ich muß hier noch zusetzen, daß, wenn man mit Zinn allein, das zwischen Wasser und einer alkalischen Flüssigkeit ist, beynahe die Wirkung erreicht, welche zwey der verschiedensten Metalle, wie Silber und Zink, die sich zwischen irgend einem Leiter der zweyten Klasse befinden, hervorbringen, man sie durchaus gleich erhalten und sogar noch übertreffen kann mit Eisen allein, oder mit Silber allein, wenn man das Eisen zwischen Wasser auf der einen, und Salpetersäure auf der andern Seite, oder das Silber zwischen Wasser und flüssiger Schwefelleber bringt.

Neh-

Nehmen Sie auch einen Frosch, dem bloß der Kopf abgeschnitten, und der dadurch getödtet ist, daß man ihm eine Nadel in das Rückenmark steckt; tauchen Sie ihn, ohne ihn weiter zu präpariren, ohne ihn auszuwaiden, ohne ihm selbst die Haut abzuziehen, in zwey Gläser mit Wasser, den Rumpf in das eine, die Schenkel in das andere, wie gewöhnlich: er wird heftig erschüttert werden und sich mit Lebhaftigkeit bewegen, sobald Sie das Wasser der beiden Gläser durch einen Bogen aus zwey sehr verschiedenen Metallen, wie Silber und Zinn oder Bley, oder besser Silber und Zink, in leitende Verbindung setzen; aber es wird keinesweges geschehen, wenn die beiden Metalle minder dem Vermögen nach verschieden sind, wie z. B. Gold und Silber, Silber und Kupfer, Kupfer und Eisen, Zinn und Bley. Aber noch mehr! Die Wirkung wird sehr gut bey diesem so wenig präparirten Frosch statt finden, wenn Sie in das Eine der beiden Gläser das Ende eines Bogens von bloßem Zinke oder bloßem Zinne tauchen, und in das andere Glas das andere Ende eben dieses Bogens, das Sie mit etwas Alkali bestrichen haben. Noch besser machen Sie den Versuch mit einem eisernen Bogen, dessen Eines Ende mit einem Tropfen, oder einer dünnen Schicht Salpetersäure überzogen ist; und noch besser und über alle Erwartung von Erfolg, wenn Sie einen silbernen Bogen nehmen, an dessen einem Ende etwas Schwefelgewächsalkali hängt.

Die 49. Figur stellt Ihnen den Typus dieses Versuchs dar, wo g der Frosch ist, a, a die beiden Gläser mit Wasser, A der Bogen eines einzigen Metalles, und m der Tropfen oder die dünne Schicht einer mukösen, salzigten, u. dgl. Flüssigkeit ist, womit man den letztern bestrichen hat, und der auf dieser Seite zwischen dem Metalle und dem Wasser ist.

Die sehr beträchtlichen Unterschiede in Ansehung der Quantität der Wirkungen bey den erwähnten Versuchen, zeigen Ihnen schon an, daß, wenn für ein gegebenes Metall der durch die Berührungen erregte electrische Strom dann am stärksten ist, wenn sich dieses Metall zwischen einer gewissen Flüssigkeit auf der einen, und einer gewissen Flüssigkeit auf der andern Seite befindet, es für ein anderes Metall andere Flüssigkeiten giebt, die am wirksamsten sind; so, daß man auf dem Wege der Erfahrung für jedes Metall eine besondere Stufenleiter errichten muß, in welcher die Feuchtigkeiten oder die Leiter der zweyten Klasse nach ihrer Thätigkeit geordnet werden. Ich habe mich viel mit diesem Gegenstande beschäftigt, und schon mehrere von diesen Tafeln entworfen, die ich auch bekannt machen werde, sobald ich sie etwas mehr vervollkommnet haben werde. Um hier für Sie nur einiges anzumerken, führe ich an, daß ich, um die unzählbaren verschiedenen feuchten Leiter dieser Art einigermaßen zu classificiren, wässerige, geistige, muköse und glutinöse, zuckerartige, seifenartige, salzigte, saure, alkalische, schwefelhaltige (Schwefellebern) Feuchtigkeiten unterscheide; daß ich bey den Säuren Unterabtheilungen mache, bis zu den einzelnen bekanntesten Mineralsäuren (indem ich, besonders bey der Salpetersäure und kochsalzigten Säure, in dieser Hinsicht große Unterschiede antreffe) und den vorzüglichsten Gewächssäuren, die Gallussäure einbegriffen; eben so auch bey den salzigen Flüssigkeiten, je nachdem sie Auflösungen von Neutralsalzen, erdigen Salzen, und besonders metallischen Salzen sind.

Wenn man erst bestimmen kann, in welcher Ordnung alle diese Arten von Flüssigkeiten in Ansehung des Vermögens, von welchem hier die Rede ist, für das Metall A, in

in welcher andern für das Metall B, u. s. w., auf einander folgen; dann ist man auch im Stande, vorauszusagen, welche Stelle eine große Anzahl anderer mehr heterogener Flüssigkeiten, es seyn mineralische, oder vegetabilische, oder thierische, die zu mehrern der besagten Klassen zugleich gehören, einnehmen müssen. Ueberhaupt ist die Ordnung, die für die mehresten Metalle beobachtet worden ist, folgende: 1) Reines Wasser; 2) Wasser mit Thon oder Kreide vermengt (was schon eine ziemlich verschiedene Wirkung zeigt, wenn man den oben beschriebenen Versuch mit zwey Gläsern, mit einem Bogen von Zinn oder Zink, und mit einem vollständig präparirten Frosche, der genugsame Vitalität hat, anstellt); 3) Zuckerwasser; 4) Alcohol; 5) Milch; 6) mucilaginöse Flüssigkeiten; 7) thierische glutinöse Flüssigkeiten; 8) Wein; 9) Essig und andere Säfte und vegetabilische Säuren; 10) Speichel; 11) Mukus der Nase; 12) Blut; 13) Harn; 14) Salzwasser; 15) Seifenwasser; 16) Kalkmilch; 17) concentrirte mineralische Säuren; 18) starke alkalische Lauge; 19) Oleum tartari und andere alkalische Flüssigkeiten; 20) Schwefelleber.

Aber noch einmal, diese Ordnung gilt nicht durchaus für alle Metalle; sie weicht beträchtlich ab, besonders in Ansehung der Schwefelleber, der alkalischen Flüssigkeiten, und der Salpeter- und Salzsäure.

Was die Metalle betrift, die in der Stellung zwischen diesen verschiedenen Flüssigkeiten mehr oder weniger zur Hervorbringung der electrischen Wirkung, von welcher hier die Rede ist, geschickt sind; so habe ich im Allgemeinen gefunden, daß das Zinn alle andere übertrift; und daß das Silber allen andern nachstehe, ausgenommen, wenn die eine von den Flüssigkeiten, zwischen

denen sich das Silberstück befindet, Wasser oder irgend ein wässeriger Leiter, und die andere Schwefelleber ist; dann in diesem Falle übertrift das Silber noch weit den Zink und sogar das Zinn. Eben so thut auch das Eisen mehr, als irgend ein anderes Metall, wenn es auf einer Seite mit bloßem Wasser, oder einem wässerigen Leiter, und auf der andern mit Salpetersäure in Berührung ist, sollte es auch nur ein Tropfen seyn. Die in diesen beiden Fällen veranlaßte Erregung ist bewundernswürdig, indem sie, wie ich schon bemerkt habe, diejenigen übertrift, welche man nach der gewöhnlichen Art durch Hülfe eines doppelten metallischen Bogen, selbst aus den verschiedensten Metallen, wie Zink und Silber, die man an Leiter der zweyten Klasse von einerley Art applicirt hat, hervorbringt. Sie ist sogar stark genug und fähig, in einem nur halb präparirten und nicht ausgewaideten Frosche Convulsionen zu bewirken, wenn der eine von den beiden feuchten Leitern eine concentrirte alkalische Auflösung, und das dazwischen befindliche Metall Zink, oder noch besser Zinn, ist. Mit den andern Metallen und den andern Flüssigkeiten gelingt es selten, Convulsionen in dem Frosche zu erregen, wenn er nicht vollständig präparirt, und nicht wenigstens ausgewaidet ist.

Sie werden leicht einsehen, mein Herr, daß, wenn der Bogen eines und desselbigen Metalls mit seinen beiden Enden einerley gesalzenes Wasser, einerley Säure, einerley alkalische Flüssigkeit, u. s. w. berührt, der electrische Strom nicht mehr statt habe, als wenn er auf jeder Seite bloßes Wasser berührt; in diesem Falle sind zwey entgegengesetzte Actionen zugegen, die einander das Gleichgewicht halten. Damit aber dieser Gegensatz im vollkommenen Gleichgewichte sey, ist es nöthig, daß die an den beiden Enden des homogenen metallischen Bogens

appli-

applicirte Flüssigkeit völlig von einerley Art, und von einerley Stärke sey. Eben deshalb wird die sorgfältigste Aufmerksamkeit und eine gewisse Fertigkeit erfordert, um diese Versuche gelingen zu machen, die ich oft zur großen Verwunderung der Zuschauer gemacht habe, und die Sie, mein Herr, leicht zu wiederholen im Stande seyn werden, wie es unser Freund Humboldt gethan hat. Er hat schon in seinem zweyten Briefe einige der frappantesten und entscheidensten Versuche, die ich ihm gewiesen hatte, angezeigt, und ich will sie Ihnen hier etwas umständlicher beschreiben.

Bringen Sie den vollständig oder nur halb präparirten Frosch, wie gewöhnlich in zwey Gläser mit Wasser, nehmen Sie einen recht reinen silbernen Bogen (am besten, wenn er mit dem Wasser aus den Gläsern rein abgewaschen ist), und tauchen sie dessen beide Enden auf einmal, oder eines nach dem andern, in die beiden Gläser: es findet keine Erschütterung des Frosches statt. Wiederholen Sie den Versuch, nachdem Sie das eine von den Enden des Bogens mit Eyweiß, mit flüssigem Leim, mit Speichel, mit Mucus, mit Blut, mit zerflossenem Weinsteinsalze, oder einer andern Flüssigkeit oder leitenden Substanz, die vom reinen Wasser hinlänglich verschieden ist, bestrichen haben; tauchen Sie erst das reine oder mit bloßem Wasser befeuchtete Ende in das Wasser des einen Glases, und hernach das andere mit einer der besagten Substanzen bestrichene Ende ins Wasser des anderen Glases: Sie werden ganz unfehlbar Convulsionen des Frosches erregen, und zwar mehrere male hinter einander, wenn Sie den Bogen herausziehen und wieder eintauchen, bis endlich nichts mehr von der heterogenen Substanz an dem Metalle hängt, oder bis dieß mit seinen beiden Enden in dem einen Glase, wie in dem andern, nur reines oder

fast reines Wasser berührt. Streichen Sie dieselbige Substanz gleichförmig an beide Enden des Bogens, und tauchen Sie sie gleichzeitig in beide Gläser Wasser: es entstehen keine Convulsionen. (Manchmal werden Sie dieselben bey ganz frisch präparirten und sehr erregbaren Fröschen wirklich erhalten, wenn die salzigte Flüssigkeit, oder überhaupt die Substanz, womit die beiden Enden des Bogens bestrichen sind, nicht ganz vollkommen einerley, wenn sie an dem einen Ende mehr verdünnt oder schwächer ist, als am andern, u. s. w.). Waschen und reinigen Sie das eine Ende des Bogens recht genau, lassen Sie das andere mehr oder weniger damit bestrichen, und die Convulsionen erscheinen wieder, sobald sie den Kreis durch das doppelte Eintauchen des Bogens vollständig machen. Reinigen Sie endlich beide Enden vollkommen, und es entstehen dann keine Zuckungen, wie beym erstern Versuche.

Zu den vergleichenden Versuchen dieser Art schlage ich lieber viskdse Flüssigkeiten oder Substanzen, als salzigte vor, weil diese letztern sich zu schnell im Wasser auflösen. Es geschiehet manchmal, daß die Zuckungen des Frosches, wenn er vollständig präparirt und sehr erregbar ist, doch statt haben, ohngeachtet man die beiden Enden des Metallbogens mit einerley salzigter Flüssigkeit bestrichen hat. Die Ursach davon ist, daß, wenn man ein Ende nach dem andern ins Wasser taucht (und man sieht leicht, daß es nicht möglich ist, es ganz genau in einem Augenblick zu thun), das eine Ende des Bogens eher, als das andere seinen Antheil der anhängenden salzigten Substanz verliert, oder wenigstens der anhängende Theil mehr vom Wasser verdünnt wird, so daß es nicht mehr die nämliche Flüssigkeit ist, womit beide Enden des Bogens überzogen sind.

Auch

Auch schlage ich zu diesen Versuchen das Silber vor, als ein Metall, das durch salzigte und andere Flüssigkeiten weniger angegriffen und verändert wird. Das Zinn, das Bley, das Kupfer, und besonders das Eisen, erleiden leichter eine dauernde Veränderung, so, daß Bogen aus diesen Metallen, besonders aus Eisen, manchmal lange Zeit die Fähigkeit behalten, Zuckungen bey frisch präparirten und sehr erregbaren Fröschen zu veranlassen, wenn man die beiden Enden dieser Bogen in die beiden Gläser mit Wasser taucht, ohngeachtet man mit aller Sorgfalt die Stelle des Metalles, welche von dieser oder jener salzigten Flüssigkeit angegriffen worden ist, gewaschen und gereinigt hat. Es ist übrigens, wie Sie leicht einsehen, eine oberflächliche Veränderung des Metalles hinreichend. Sonst zeigen sich diese Veränderungen oft dem Auge durch einen gelben, schwärzlichen Fleck, u. dgl., die man nur schwer wegbringen kann. Ich rede hier nicht von tiefer gehenden und daurendern Veränderungen, die man in den Enden des Metallbogens zuwege bringen kann, besonders beym Eisen, wenn man dessen Härte ändert; ein Mittel, wodurch man machen kann, daß ein solcher Bogen fähig ist, nicht allein Convulsionen in Fröschen zu erregen, sondern auch Geschmacks-Empfindung auf der Zunge, Licht im Auge, hervorzubringen, ob man gleich nur seine beiden völlig gereinigten Enden von reinem Wasser berühren läßt. Diese und viele andere ähnliche Versuche machen den hauptsächlichsten Gegenstand des ersten meiner Briefe an Herrn Abt Vassali, Professor der Physik zu Turin, aus, der zu Anfange des Jahres 1794 geschrieben, und hernach mit den andern in dem Journal des Herrn D. Brugnatelli herausgegeben ist *). Wenn aber das Silber weniger dem Umstande unterworfen ist,

*) Die Uebersetzung davon findet sich im II. B. dieses Journals, S. 141. ff. G.

ist, von salzigten und andern Flüssigkeiten angegriffen zu werden (ausgenommen von der Schwefelleber, die es augenblicklich schwärzt); wenn es minder fähig ist, beträchtliche und daurende Veränderungen zu erhalten, und deshalb von andern Metallen darin Vorzüge hat, daß es weniger Anomalien verstattet; so ist das Zinn wegen seiner größern Activität, d. h., wegen der Stärke der Wirkungen, die es vermöge der Berührungen mit fast allen feuchten Leitern, wie ich schon bemerkt habe, hervorbringt, dem Silber und verhältnißmäßig allen andern Metallen vorzuziehen. Der in meinem ersten Briefe beschriebene Versuch mit der zinnernen Tasse, die mit alkalischer Flüssigkeit gefüllt ist und mit den mit Wasser benetzten Händen gehalten wird, und wobey die Empfindung eines sauren Geschmacks auf der Zunge, mit der man die besagte Flüssigkeit berührt, erregt wird, ist davon ein Beweis; denn vergeblich würde man eine so starke Wirkung von einer bleyernen, eisernen, kupfernen, und noch weniger von einer silbernen Tasse erwarten; (man würde sie mit letzterer bloß dann erhalten, und einen sehr entschieden sauren und ziemlich starken Geschmack empfinden, wenn sie flüssige Schwefelleber enthielte). Das electrische Fluidum wird also mit der größesten Stärke und Thätigkeit bewegt, wenn das Metall zwischen Wasser und einer salzigten Flüssigkeit Zinn ist; es wird mit einer noch größern Energie erregt, um auf der Zunge die Empfindung des sauren Geschmacks zu bewirken, wenn sich Zinn zwischen Wasser und einer mucilaginösen, an sich unschmackhaften Flüssigkeit befindet, wie, wenn man den Versuch mit einer zinnernen Tasse macht, die mit einer Auflösung von Gummi, von flüssigem Leime, von Eyweiß, u. dgl. gefüllt ist. Die andern Metalle bringen auch in ähnlichen Umständen einige Wirkung hervor, aber weit schwächer, und unter allen das Silber am schwäch-

sten,

sten, ausgenommen mit Schwefelleber, wie ich schon angeführt habe.

Man kennt einen ähnlichen Versuch, den ich schon seit drey Jehren gemacht und jedermann gezeigt habe, hinlänglich, nicht mit zwey verschiedenen Flüssigkeiten und Einem Metalle, wie der vorher beschriebene, sondern umgekehrt mit zwey Metallen von verschiedener Art, und Einer Flüssigkeit. Ich nahm eine Tasse von Zinn, oder noch besser von Zink, stellte sie auf einen silbernen Fuß, und füllte sie mit Wasser. Wenn nun eine Person von der Gesellschaft die Spitze der Zunge ans Wasser brachte, fand sie es völlig unschmackhaft, so lange sie den silbernen Fuß gar nicht berührte; sobald sie aber diesen anfaßte, und in den recht benetzten Händen preßte, empfand die Zunge einen sehr entschiedenen und ziemlich starken sauren Geschmack. Der Versuch gelingt ebenfalls, doch ist die Wirkung verhältnißmäßig schwächer, mit einer Kette von mehrern Personen, die sich an den mit Wasser benetzten Händen anfassen, und von denen die erste die Spitze der Zunge ins Wasser der Tasse steckt, und die letzte das silberne Fußgestelle anfaßt.

Wenn nun diese Erfahrungen in Ansehung des auf der Zunge erregten Geschmacks durch die Action zweyer verschiedener Metalle auffallend sind, so sind es die andern in Ansehung des erregten, modifizirten und veränderten Geschmacks durch Ein Metall zwischen zwey verschiedenen Flüssigkeiten nicht minder, und sie sind auch sonst neuer. Sie werden noch interessanter dadurch, daß sie uns die Ursach von dem Geschmacke entdecken, den man beym Wasser und andern Flüssigkeiten wahrnimmt, und der mehr oder weniger erheblich oder verändert ist, wenn man sie aus Gefäßen von Metall, und besonders von Zinn, trinkt. Wenn man den äußern Rand des Gefäßes an die untere Lippe bringt, die vom Speichel feucht

feucht ist, und die Zunge bis zur Berührung des Wassers, Bieres, Weines, u. dgl. im Gefäße verlängert, oder dieses neigt, wie man beym Trinken thut, ist dann nicht der vollständige Kreis da, und ist nicht das Metall zwischen zwey, mehr oder weniger verschiedene, Flüssigkeiten, nämlich zwischen dem Speichel der Unterlippe, und dem in der Tasse enthaltenen Getränk? Es muß also auch dadurch ein mehr oder minder starker electrischer Strom veranlaßt werden, je nachdem die Flüssigkeiten unter sich verschieden sind; ein Strom, der nicht ermangeln wird, nach seiner Art das sensibele Organ der Zunge in dem besagten Kreise zu afficiren.

Außer den beiden bisher betrachteten Arten, einen electrischen Strom zu erregen, nämlich vermittelst eines oder mehrerer feuchter Leiter, oder Leiter der zweyten Klasse, die sich zwischen zwey verschiedenen Metallen oder Leitern der erstern Klasse befinden, oder auch umgekehrt vermittelst Eines Leiters der ersten Klasse, der sich zwischen zweyen, ebenfalls verschiedenen, Leitern der zweyten Klasse befindet, giebt es noch eine dritte Art das electrische Fluidum zu erregen, obgleich auf eine weit schwächere Weise, die kaum vermögend ist, einen vollständig präparirten Frosch, der noch starke Vitalität hat, zu erschüttern. Diese neue Art besteht darin, auch drey verschiedene Leiter den Kreis bilden zu lassen, die alle von der zweyten Klasse sind, ohne Dazwischenkunft eines der erstern, eines Metalles. Man glaubte darin einen starken Einwurf gegen meine Sätze zu finden.

Die 20. Figur stellt diese dritte Art in Vergleichung mit den beiden andern dar. In den Versuchen des D. Valli, von denen man vergeblich so viel Geräusch gemacht hat, stellt t den Schenkel des Frosches, und eigentlich den harten tendinösen Theil des Musculus gastrocnemius vor; m den Rumpf, oder die Rückenmuskeln,

muskeln, oder auch die Ischiadnerven, woran man den besagten tendinösen Theil bringt; a das Blut oder die viskose, seifenartige, salzigte Feuchtigkeit, die man an die Berührungsstelle bringt.

Ich habe diese neue Art, wobey man kein Metall gebraucht, weitläufig im dritten und vierten Briefe an den Abt Vassali, die ich vergangenen Herbst und Winter (1795) geschrieben habe, und von denen bis jetzt bloß der dritte in unsern Journalen erschienen ist, untersucht, erweitert und angewendet; ich habe gezeigt, daß diese neuen Thatsachen, weit entfernt meine Ideen und Sätze aufzuheben, sie vielmehr befestigen; und daß sie das Princip, daß nämlich die Leiter durch heterogene Berührungen, d. h. zweyer verschiedener unter einander, zu Erregern der Electrizität werden, zum Erstaunen allgemeiner machen, und das schöne Gesetz, welches daraus fließt, bestätigen, daß nämlich zur Entstehung eines electrischen Stromes nothwendigerweise wenigstens drey verschiedene Leiter den Kreis bilden müssen. Sie sehen also, worin das ganze Geheimniß, die ganze Magie liegt; und daß es nicht bloß für Metalle gilt, wie man hätte glauben können, sondern für alle verschiedene Leiter. So lange Sie von diesen Grundsätzen ausgehen, werden Sie alle bisher angestellten Erfahrungen leicht erklären können, ohne zu irgend einem eingebildeten andern Princip einer eigenthümlichen und activen Electrizität der Organe Ihre Zuflucht nehmen zu dürfen; Sie werden mit Hülfe derselben sogar neue Erfahrungen erfinden und den Erfolg vorhersagen können, wie ich es gethan habe und noch täglich thue. Verlassen Sie aber diese Grundsätze, so werden Sie nichts als Ungewißheiten und Widersprüche antreffen, und alles wird ihnen ein unerklärbares Räthsel werden.

Ich bin u. s. w.

Bey-

Beylage *).

Neue, so eben erst entdeckte Thatsachen, sind dieser zweyten Voraussetzung weit günstiger, als der erstern. Sie zeigen wenigstens, daß die unmittelbare Ursach, welche das electrische Fluidum erregt und in Bewegung setzt, es sey nun dieselbige eine anziehende oder eine repulsive Kraft, weit eher in der wechselseitigen Berührung zweyer verschiedner Metalle, als in ihrer Berührung mit den feuchten Leitern liegt. Ob man gleich nicht leugnen kann, daß auch hier eine Action statt finde, so ist es doch jetzt bewiesen, daß sie sich weit beträchtlicher entwickelt, wo die beiden Metalle sich wechselseitig berühren. Es entsteht demnach bey der wechselseitigen Berührung, z. B. des Silbers mit dem Zinne, eine Action, eine Kraft, durch welche das erste das electrische Fluidum hergiebt, das zweyte es empfängt, oder das Silber es entläßt, das Zinn es entzieht. Dieß bewirkt, wenn übrigens der Kreis durch feuchte Leiter vollständig wird, einen Strom, eine continuirliche Circulation dieses Fluidums. Wenn der Kreis nicht vollständig ist, so entsteht eine Anhäufung in dem Zinne auf Kosten des Silbers, die zwar freylich sehr gering, und weit unter dem Punkte ist, der nöthig wäre, sich an dem zartesten Electrometer durch Zeichen zu erkennen zu geben. Es ist mir aber doch endlich gelungen, sie durch Hülfe meines Condensators der Electrizität, der nach einer neuen Art eingerichtet ist, und noch weit besser durch Nicholsons Duplicator, ein Instrument, das Sie, mein Herr, kennen und in Ihrem Journale selbst beschrieben haben, sehr bemerkbar darzustellen.

Ich will Ihnen die Resultate mittheilen, die ich zu meiner großen Satisfaction in den Versuchen, die ich seit langer

*) S. oben S. 101.

langer Zeit entworfen hatte, und die ich nur in diesen letzten Tagen ausführen konnte, erhalten habe.

Erster Versuch. Es sind die drey Scheiben des Duplicators von Messing. Ich nehme zwey starke Dräthe, eines von Silber, das andere von Zinn, und lasse das erstere die bewegliche Scheibe, das andere eine von den fixen Scheiben berühren, während sie beide auf dem Tische, oder noch besser auf feuchter Pappe, oder einem andern feuchten Leiter ruhen, mit einem Worte, daß sie durch Dazwischenkunft eines oder mehrerer Leiter der zweyten Klasse in Communication sind. Ich lasse den Apparat einige Stunden lang in diesem Zustande, nehme dann die beiden Dräthe weg, und setze die Maschine ins Spiel. Nach 20, 30, 40 Umdrehungen (oder mehrern, wenn die Luft nicht trocken ist, oder die Isolirungen in schlechtem Zustande sind) lasse ich eines von meinen Stroh-Electrometern von der beweglichen Scheibe berühren, und ich bemerke Zeichen von Plus-Electricität (+ E), die bis 4, 6, 10 Grade gehen und drüber. Lasse ich es von den fixen Scheiben berühren, so habe ich correspondirende Zeichen der entgegengesetzten Electrizität (— E).

Das Silber ergoß also electrisches Fluidum in die messingene Scheibe, wenn es eine Zeitlang in Berührung war, und das Zinn entzog dasselbe der andern, ebenfalls messingenen, Scheibe während der Berührung damit. Dieß wird durch folgenden Versuch bestätigt, der ein wahres Experimentum crucis ist.

Zweyter Versuch. Ich kehre den Versuch um, so, daß das Silber nun mit einer von den fixen Scheiben, und das Zinn mit der beweglichen Scheibe in Berührung ist. Die Electrizität, die ich nun von dieser letztern erhalte, nachdem der Apparat eine hinlängliche

Zeit in dieser Stellung geblieben ist, ist negativ (— E); während die der fixen Scheibe positiv (+ E) ist.

Dritter Versuch. Ich bringe bloß das zinnerne Drath an die bewegliche Scheibe, und lasse die beiden fixen Scheiben isolirt, oder lasse sie auch mit dem Tische oder andern feuchten Leitern, womit auch das besagte Zinndrath in Berührung ist, in Communication. Diese simple Berührung des Zinnes mit dem Messing, woraus die bewegliche Scheibe besteht, ist hinreichend, darin einige wenige negative Electrizität zu erregen; es ist bey diesen Umständen bloß eine längere Zeit erforderlich.

Wenn man die Action der electrischen Atmosphären und die Einrichtung des Duplicators kennt, so bedarf es keiner weitern Erklärung, um das Spiel dieses sehr sinnreichen Instruments zu begreifen; wie die einmal von der beweglichen Scheibe erlangte Electrizität eine entgegengesetzte in den fixen Scheiben veranlassen müsse, und umgekehrt; wie die entgegengesetzten Electrizitäten durch jede Umdrehung der Maschine vermehrt werden, u. s. w. Wenn also in dem gegenwärtigen Versuche die bewegliche Scheibe — E ist, so müssen die fixen Scheiben + E werden.

Vierter Versuch. Dieser ist der umgekehrte des vorigen. Man applicirt die Zinnstange an eine von den fixen Scheiben, und läßt die bewegliche Scheibe ohne alle Berührung mit Metall, isolirt, oder mit dem Tische, u. s. w. in Communication. Das Resultat ist nun auch umgekehrt, d. h., die fixen Scheiben werden negativ electrisirt, und die bewegliche Scheibe hat positive Electrizität.

Alle diese Versuche gelingen noch weit besser, und in einer kürzern Zeit, wenn während der wechselseitigen Berüh-

Berührungen der verschiedenen Metalle die bewegliche Scheibe sich gegen die eine oder die andere feststehende über befindet.

Noch besser, wenn man zwischen die beiden gegenüber stehenden Scheiben ein dickes Papier bringt, wie eine Spielkarte, die nicht feucht ist, und deren Dicke beynahe dem kleinen Abstande dazwischen gleichkommt. Es ist vortheilhaft die Karte lange an ihrer Stelle zu lassen, und sie nicht eher wegzunehmen, als in dem Augenblicke, da man die berührenden Metalle wegnimmt und die Maschine ins Spiel setzt.

Um die Isolirung in gutem Zustande zu erhalten, und um die Berührung der Metalle, die man veranstalten will, unmittelbar zu machen, ohne den mindesten Hauch von Feuchtigkeit, welche dabey sehr nachtheilig ist, ist es gut, den Apparat der Sonne auszustellen: dann ist eine halbe Stunde, und oft noch weniger hinlänglich, um die verlangte Electrizität zu erhalten, um die positive in die negative zu verwandeln, u. dgl. m.; da sonst mehrere Stunden dazu erforderlich wären, oder man auch gar nicht seinen Zweck erreichte

Die Darstellung dieser Versuche haben Sie in Fig. 21. 22. 23. und 24. L, L, L (Fig. 21 und 22) sind die drey Scheiben des Duplicators von Messing. A ist die Silberstange, die mit einer von diesen Scheiben in Berührung ist; E die von Zinn, die an die andere Scheibe applicirt ist, welche sich gegen die erstere über befindet: a, a, der feuchte Leiter, oder die Kette von feuchten Leitern, die mit den beiden Metallstangen in Communication ist.

Wenn sich nun, wie in Fig. 21., das Silber mit der vordern beweglichen Scheibe in Berührung befindet, so tritt es etwas weniges electrisches Fluidum

 an

an sie ab, und dieß häuft sich darin so viel an, als es kann, und macht folglich die Electrizität der Scheibe positiv, wie das Zeichen (+) der Scheibe anzeigt; da hingegen das Zinn an der correspondirenden festen Scheibe dieser electrisches Fluidum entzieht, die dadurch negative Electrizität erhält, wie das Zeichen (—) der Scheibe angiebt, und eben diese Electrizität der andern fixen Scheibe mittheilt, die daher auch das Zeichen (—) hat.

In der 22. Figur ist, wie man sieht, alles umgekehrt; die bewegliche Scheibe wird negativ electrisirt (— E), während die beiden festen Scheiben positiv werden (+ E).

Endlich in der 23. und 24. Figur sieht man, daß das Zinn der messingenen Scheibe, womit sie in Berührung ist, electrisches Fluidum entzieht. Diese Scheibe wird also negativ electrisirt, oder hat — E, was durch die Action ihrer Atmosphäre, in der andern gegen über stehenden Scheibe, die entweder mit der dritten Scheibe wie Fig. 23., oder noch besser mit andern Leitern, wie Fig. 24. in Communication ist, eine positive Electrizität (+ E) veranlaßt. Diese entgegengesetzten Electrizitäten nehmen in der Folge mit jeder Umdrehung der Maschine zu, deren Spiel, zu Folge der Theorie der electrischen Atmosphären, diese Wirkung bis auf den angeführten Punkt hervorbringt, und den Namen des Duplicators der Electrizität rechtfertigt, den man ihr gegeben hat.

Ich komme nun zu den Versuchen, welche zeigen, daß es weit eher in dem wechselseitigen Contact der Metalle zu suchen ist, daß sich die Action auf das electrische Fluidum entwickelt, die es, auf welche Art es auch sey, erregt, den Uebergang bestimmt, u. s. w.; als in dem

dem Contact der feuchten Leiter mit eben diesen Metallen. Ob man gleich nach allen Umständen auch in diesen letztern Berührungen einige Action dieser Art annehmen muß, so muß man doch jetzt schlechterdings eingestehen, daß die erstere weit wirksamer ist. Ich werde für jetzt nur bey den beiden folgenden Versuchen verweilen, die ich gerade so ausgedacht habe, daß sie eine Frage dieser Art aufklären können.

Fünfter Versuch. Ich lasse die beiden fixen Scheiben von Messing, ohne etwas daran zu ändern; ich nehme die dritte bewegliche Scheibe ab, und ersetze sie durch eine von Zinn, und richte die Maschine so, daß die letztere gegen eine von den beiden andern Scheiben über steht. Ich bringe nun an diese zinnerne Scheibe eine Messingstange, und an die gegen über stehende und fixe Scheibe von Messing eine Zinnstange. Nach einer gehörigen Zeit (z. B. eine Stunde, wenn die Luft vollkommen trocken ist), nehme ich beide Stangen, oder bloß die messingene weg, und lasse die bewegliche Scheibe von Zinn, die von der messingenen Stange berührt worden war, etwa 30mal sich umdrehen; sie giebt mir nun sehr merkliche Zeichen von Plus-Electrizität.

Sechster Versuch. Ich kehre die vorigen Versuche um, und lasse die Messingstange der Scheibe aus eben diesem Metalle nun die Zinnstange die zinnerne Scheibe berühren. Ich erhalte nichts oder beynahe nichts, selbst wenn ich den Apparat eine weit längere Zeit in diesem Zustande gelassen, und die Maschine doppelt oder dreymal so viele Umdrehungen habe machen lassen.

Diese beiden letzten Versuche sind in der 25. und 26. Figur vorgestellt, wo L die Stücke aus Messing, E die aus Zinn, und a, a den feuchten Leiter,

 der

der die beiden verschiedenen metallenen Stäbe in Verbindung setzt, bedeutet.

In der Vorrichtung nach der 26. Figur finden nun dieselbigen Berührungen verschiedener Metalle, nämlich des Messings auf der einen, und des Zinnes auf der andern Seite, mit einerley feuchten Leiter eben so gut, wie man sieht, statt, als in dem vorhergehenden Versuche nach der 25. Figur; es müßte also eben so gut, obgleich in umgekehrter Ordnung, der Zusatz des electrischen Fluidums in dem einen, und die Entziehung desselben in dem andern statt finden, wenn sich die Action auf dieß Fluidum, die bewegende Kraft, aus diesen Berührungen der beiden Metalle L, E, mit dem feuchten Leiter dazwischen entwickelte; und doch geschiehet es nicht, indem man kein Zeichen von Electrizität erhält, selbst nach einer längern Zeit und bey doppelt oder dreymal so vielen Umdrehungen der Maschine. Die wesentliche Bedingung, um einige Electrizität zu erhalten, ist also, daß die Metalle von verschiedener Art sich unter einander berühren, welches nach Fig. 25, nicht aber nach Fig. 26. statt hat. Deshalb sind Zeichen der Electrizität bey jener, nicht bey dieser.

Wenn man die Umdrehungen der Maschine noch vervielfältigt, so kann man endlich etwas erhalten. Dieß rührt entweder von irgend einem, äußerst kleinen, Rückstande alter Electrizität, der nicht ganz in der Zeit zerstört oder zerstreuet werden konnte, welche die Vorrichtung der 26. Figur dauerte; oder auch wohl von einer ganz frischen Electrizität, welche die bewegliche Scheibe aus der Luft, oder aus den Dünsten in der ziemlichen langen Zeit, da man die Maschine in Umlauf setzte, erhalten haben konnte. Auch kann ja auch wohl irgend ein kleiner, wo nicht wesentlicher, doch zufälliger Unterschied, entweder zwischen den beiden zinnernen, oder den

den beiden messingenen Stücken die Ursache von irgend einiger Action auf das electrische Fluidum, von irgend einer Störung des Gleichgewichts seyn. Endlich können auch die Berührungen der feuchten Leiter mit dem Zinne auf der einen und dem Messinge auf der andern Seite eine verschiedene Action haben, die zwar an sich sehr gering ist, wie ich annehme, deren Wirkung aber doch nicht ganz null ist.

Da es nun, es mag übrigens mit jenen ungewissen und schwachen Zeichen der Electrizität eine Bewandniß haben, welche es will, ausgemacht ist, daß man unter den Bedingungen des 6. Versuchs mit 40, 60, 80 Umdrehungen des Duplicators nichts, oder fast nichts erhält, hingegen bey der Vorrichtung des 5. Versuchs mit 20, oder 30 Umdrehungen sehr viel; so muß man schliessen, daß die Berührung zweyer Metalle von verschiedener Art mit feuchten Leitern, ohne wechselseitige Berührung dieser Metalle selbst, (die im 6. Versuche fehlt, wo sich Messing mit Messing, Zinn mit Zinn berührt), nichts, oder fast nichts, thut; und daß im Gegentheil die wechselseitige Berührung dieser Metalle von verschiedener Art, die im 5. Versuche statt hat, alles, oder fast alles, thut.

Ich könnte noch einige andere Versuche zur Bestätigung hinzufügen, wo ich auch Zeichen der Electrizität durch die wechselseitige Berührung zweyer Metalle erhielt, ohne daß eins von ihnen mit irgend einem feuchten Leiter in Berührung war; allein das Angeführte ist für jetzo hinreichend.

10.

Ueber die merkwürdige magnetische Polarität einer Gebirgskuppe von Serpentinstein.

Aus einem Briefe vom Herrn Oberbergrath F. A. v. Humboldt an den Herausgeber.

— Mehrere angefangene chemische Arbeiten, deren Vollendung ich noch entgegensehe, hindern mich, Sie mit Gegenständen zu unterhalten, welche kein geringes Interesse für den Scheidekünstler haben. Ich benutze daher die wenige Muße, welche mir heute übrig bleibt, um Ihnen eine Thatsache zu melden, welche ich auf einer Fußreise im vorigen Monathe entdeckte. Das Interesse der Physiker ist so lange von den Erscheinungen des Magnetismus abgelenkt gewesen, daß es mich doppelt freuen würde, dasselbe durch jene Entdeckung vielleicht von neuem darauf zu heften. — Auf einer geognostischen Tour, welche ich mit zween Freunden, Herrn Münzmeister Gödeking und Herrn Oberbergmeister Killinger durch das Oberpfälzische und angränzende Gebirge machte, stieß ich auf eine Gebirgskuppe von Serpentinstein, dessen Fallungswinkel ich mit der Boussole bestim-

men

men wollte. Kaum näherte ich dieselbe dem anstehenden Gestein, so sahe ich den Südpol meiner Magnetnadel mit Heftigkeit aus ihrer Lage und in den wahren Norden gerissen. Ich glaubte das Phänomen der Harzer Schnarcher, (an denen ein magnetischer Streifen herab läuft), hier erneuert zu sehen. Meine Freunde traten herzu und wir erstaunten nun über alles, was wir sahen. Ich behalte mir vor, in der Folge eine umständlichere Beschreibung jener Gebirgskuppe bekannt zu machen. Doch muß ich Ihnen vorläufig folgende Verhältnisse entwickeln. Die Kuppe ist dergestalt gegen die Erdachse gerichtet, daß das Gestein, am nördlichen Abhange, bloße Südpole, am südlichen Abhange bloße Nordpole zeigt. Gegen Westen und Osten liegen Indifferenzpunkte. Die Masse besteht aus reinem Serpentinstein, meist von lauchgrüner Farbe, der hier und da in Chloritschiefer übergeht. Einzelne Punkte sind so magnetisch, daß sie in einer Entfernung von 22 Fuß die Magnetnadel aus ihrer natürlichen Lage reissen. Das Gebirge hat nicht eine Achse, sondern viele, die aber nicht in einer Ebene liegen. Zwischen zwey wirksamen Nordpolen liegt völlig unwirksames Gestein, welches aber weder durch äußere Kennzeichen, noch durch seine Mischung von dem wirksamen zu unterscheiden ist. Wenn man an diesem Gebirge einige Achsen astronomisch genau in ihrer Lage bestimmte, so wäre es eine wichtige Untersuchung, ob der invertirte Nordpol in der Folge der Zeiten eben so gegen Osten, wie der magnetische Nordpol des Erdsphäroids gegen Westen fortrücken würde? Mit dem Saussurschen Magnetometer

wäre zu bestimmen, wie die magnetische Kraft, von Gewittern und Nordlichtern, von Sommerhitze und Winterkälte afficirt werde. Bey den Schnarchern ist es (wie Herr Freiesleben in seinen vortreflichen Bemerkungen über den Harz gezeigt hat), nicht unwahrscheinlich, daß ein Blitzstrahl in dem Granit jenen magnetischen Streifen hervorgebracht habe, daher auch nur der ganze Fels und nicht Bruchstücke wirksam sind. Unsere Gebirgskuppe zeigt eine viel größere Erscheinung. Nicht bloß das anstehende Gestein, sondern auch jedes noch so klein abgeschlagene Stück hat seine beiden Pole, seine eigene magnetische Achse. Stücke von 8 Zoll Durchmesser afficiren die Magnetnadel auf 4 — 6 Zoll Entfernung. Ich habe nie einen Magnetstein gesehen, der die Polarität bey der Zerkleinung in solcher Vollkommenheit beybehält, als dieser Serpentin. Splitter von $\frac{1}{64}$ Cubiclinie wälzen sich (wie die Lupe deutlich zeigt), wenn man ihnen freundschaftliche oder feindliche Pole eines Magnetstabes entgegen hält. Man sieht hier recht eigentlich (wie es Coulomb's Theorie annimmt), ein Fossil, das bis in die kleinsten molecules aus einzelnen Magneten zusammengesetzt ist. Noch mehr! Eben der Serpentinstein, welcher eine so auffallende Polarität äußert, zeigt bis jetzt keine Spur von Anziehung gegen unmagnetisches Eisen. Das zerriebene Fossil hängt sich als Bart an den Magnetstab an, aber Stücke, welche den Südpol auf 3 Zoll Entfernung durch den ganzen Halbcirkel gegen Norden reissen, bewegen kein Eisenstäubchen aus ihrer Stelle. Und wie leicht zeigen sonst die schwäch-

sten

sten Magnets diese Ziehkraft! Untersuchen Sie das eiserne Hausgeräthe. An Schlüsseln, Lichtscheeren und allen Werkzeugen, in denen das magnetische Gleichgewicht durch Schläge zufällig gestöhrt wird, finden Sie häufig beiderley Pole. Eben diese Lichtscheeren bewegen aber auch die Eisenfeile. — Welchen Bestandtheil des Serpentinsteins adhärirt aber jene wunderbare magnetische Kraft? Das ist eine Frage, die sich einem von selbst aufdringt. Weit davon entfernt sie jetzt schon entwickeln zu wollen, melde ich Ihnen bloß, daß das Fossil bis auf einige Talkschuppen und Hornblende, ganz ungemengt ist. Zerpulvert ist auch schlechterdings nichts metallisch-glänzendes darin zu erkennen. Der Magnet zieht ein Atom des berggrünen erdigen Pulvers, wie das andere, an. Das specifische Gewicht des Fossils ist sehr geringe, ja nächst dem Bimstein und einigen Abänderungen der Opale, gehört es zu den leichtesten Steinarten, die wir kennen. Das Wasser = 1 hat der Serpentinstein von 1,901 bis 2,04. Alle chemischen Versuche, welche ich bisher mit meinem Freunde, Herrn Gödeking, (in dessen Kenntnissen ich eine lehrreiche Unterstützung finde), angestellt habe, beweisen, daß das Eisen, welches der Serpentinstein *) enthält, in einem höchst oxydirten Zu-

*) Physiker und Mineralogen, welche das magnetische Fossil selbst zu untersuchen wünschen, haben sich mit postfreyen Briefen an den Herrn Bergamtsgegenschreiber Linz zu Goldcronach bey Bayreuth zu wenden, welcher ihnen Stücke zu 16 Gr. bis 2 Thaler überläßt. Der Ertrag dieses kleinen Mineralienhandels ist zu einem Fond be-

Zustande sich befindet. Will man nicht annehmen, daß die magnetische Kraft einer Erdart adhäriren könne, so muß man sie dem Eisenkalke zuschreiben, womit dieser und alle Serpentinsteine tingirt sind. Wir wissen, daß regulinisches Eisen, Nickel und Kobalt vom Magnete gezogen werden, und selbst Magnetismus annehmen. Wir wissen, daß schwach oxydirtes Eisen (im schwarzen Kalke) den Magneten ebenfalls afficirt — aber welch ein Unterschied zwischen dieser Eigenschaft und einer eigenthümlichen Polarität, zwischen dem schwarzen Eisenkalke und dem, welcher den Serpentinstein, viele Kalksteine, den Sapphir und Chrysoberyll tingirt. Vouloir établir des théories avant d'avoir rassemblé les faits, construire quand on n'a pas même encore observé, c'est un erreur qui de tout tems à arrêté la marche de nos connoissance. Condorcet — Esquisse d'un Tableau histor. des progrès de l'esprit humain. 97. p. 61.

bestimmt, der unter öffentlicher Autorität steht und der Unterstützung dürftiger Bergleute gewidmet ist. Auch zu Freyberg, Regensburg, Leipzig und Berlin werden Depots vom neuen Fossil angelegt.

11.

Preisaufgabe
von
van Teyler's Gesellschaft fürs Jahr 1797.

Die zweyte Teylersche Gesellschaft hat es für gut gefunden, folgende Frage aufzugeben:

> Was weiß man mit einiger Gewißheit von der Ernährung und dem Wachsthume der Pflanzen: oder in wie ferne kann man jetzt aus wohlgegründeten und beweisenden Versuchen und Beobachtungen ausfindig machen, welche Stoffe und Elemente es sind, die den Pflanzen am mehresten zur Nahrung dienen, und wie sie selbige aufnehmen, absondern und verarbeiten? — Was ist von dem hierüber von großen Naturkundigen behaupteten, noch als dem Zweifel unterworfen anzumerken? — Durch welche Versuche sollte man unsere Kenntnisse über diese Materie können wahrscheinlicherweise vermehren oder begründen? — Was kann man weiter aus den wirklich erlangten Kenntnissen, über das Wachsthum und die Ernährung der Pflanzen, zu Versuchen vorschlagen, um in der Fortpflanzung nützlicher Gewächse, nach gewissen Gründen, glücklicher zu seyn?

Die Gesellschaft hat bey den zwey ersten Gliedern der Frage vorzüglich zur Absicht, daß man den gegenwärtigen Zustand dieses Theils der Naturkenntniß der Pflanzen

zen genau durchgehe, und dadurch das wohlerwiesene, von dem noch auf schlechten Gründen beruhendem, wohl unterscheide. Man wird also auf diese Weise, dem Zwecke dieses Theils der Frage ein Genüge leisten, obgleich man diese Kenntnisse nicht wüßte durch neue Entdeckungen zu bereichern.

Diejenigen, welche sich um diesen Preis zu bewerben gedenken, müßten die neuesten Schriften über diesen Gegenstand wohl in Erwägung ziehen, worüber man vielen Unterricht finden kann in F. A. von Humboldt's Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen, 8. Leipz. 1794.

Der Preis, welcher der besten Beantwortung der Frage wird zuerkannt werden, besteht in einer goldenen Ehrenmünze, von 400 Gulden Holländisch an innerem Werthe.

Die Antworten müssen in niederländischer, lateinischer, französischer, englischer oder hochdeutscher Sprache (doch nicht mit hochdeutschen Buchstaben) geschrieben, nach der gewöhnlichen Weise, mit einem versiegelten Zettel, welcher des Verfassers Namen enthält, an das Teylersche Stiftungshaus in Haarlem, vor dem 1sten April 1798 eingesendet werden, damit sie vor dem 1sten November desselben Jahrs können beurtheilt werden.

Inhalt.

7) Ue

Inhalt
des vierten Bandes.

Erstes Heft.

 5. Ueber

Zwey-

Zweytes Heft.

Ueber

Drittes Heft.

Vier-

Viertes Heft.

7. An-

Taf. I.

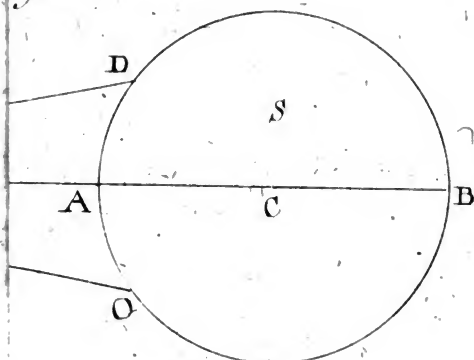


Fig. 1.

Tab. II.



Fig. 8.

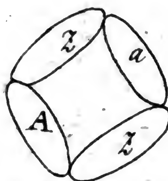


Fig. 1

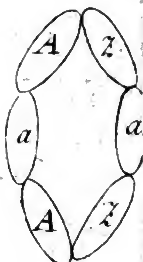


Fig. 15.

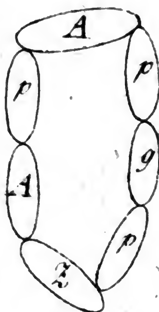


Fig. 16.

Fig.

Taf. I.

Fig. 2.

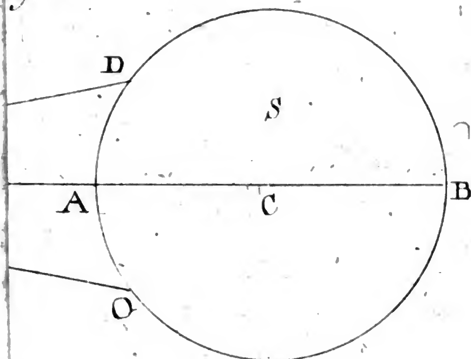
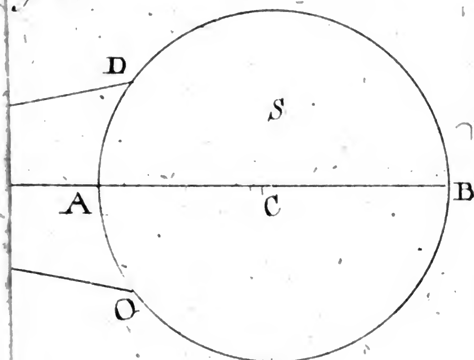
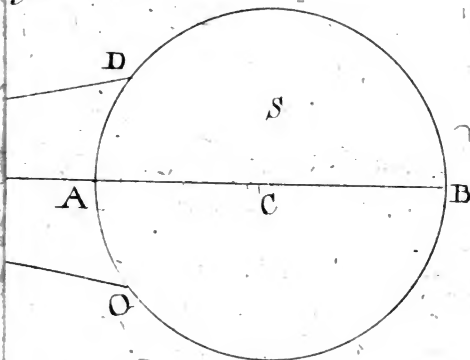


Fig. 1.


Taf. I.
Fig. 2.
D
S
A
C
B
O
Fig. 1.

Taf. I.



Tab. II.

Fi



Fig. 8.

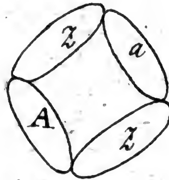


Fig. 11

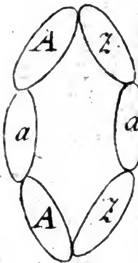


Fig. 15.

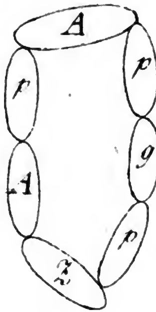


Fig. 16.

Fig

Neues

Journal

der

Physik.

Des vierten Bandes
zweytes Heft.

Herausgegeben

von

D. Fr. Albr. Carl Gren,
Professor zu Halle.

Mit vier Kupfertafeln.

Leipzig,
bey Joh. Ambr. Barth. 1797.

Ankündigung einer neuen Auflage des neuen Kinderfreundes von Engelhardt und Merkel in 12 Bändchen ord. 8. mit Kupfern und Musiknoten. Leipzig bey Joh. Ambr. Barth. Pränumerationspreiß auf jeden Theil 8 gr. auf alle 12 Bändchen zusammen 3 Thlr. 12 gr.

Obgleich von der ersten Auflage nur erst zehn Bändchen dieses Kinderfreundes, (das eilfte und zwölfte Bändchen erscheint bis Ende dieses Jahres) welcher mit dem beliebten Weisenschen Kinderfreunde einerley Plan und Absicht hat, und als Fortsetzung desselben anzusehen ist, erschienen sind, so ist doch schon eine neue Auflage davon nöthig. Bey dem allgemeinen Beyfall, den dieses Werk für Kinder auch in mehrern Kritiken und öffentlichen Urtheilsschriften erhielt, wird sichs nun der Verleger auch angelegen seyn lassen, den Druck der neuen Auflage mit aller Aufmerksamkeit fürs Publicum zu besorgen; dieselbe wird zugleich von den Verfassern von den wesentlichen Mängeln gereinigt und in nöthigen Ausdrücken des Styls verbessert erscheinen. Die Anschaffung zu erleichtern, bietet der Verleger allen Kinderfreunden immer zwey Bändchen zusammen für 16 gr. Pränumeration an, so daß bey Empfang der ersten zwey auf die zwey folgenden wieder 16 gr. vorausbezahlt werden. Wer aber auf alle zwölf Bändchen zugleich 3 Thlr. 12 gr. bezahlt, dem werden sie zugeschickt ohne weitere Nachzahlung, so wie sie herauskommen. Kinderfreunde, welche sich einer Sammlung für dies Werk unterziehen, erhalten auf sechs Exemplare das siebente gratis. Sie belieben ihre Bestellungen an die ihnen nächstgelegene Buchhandlung abzugeben, mit welcher der Verleger gewiß in Verbindung stehet. Bis Michaelis erscheint das erste und zweyte Bändchen. Leipzig, den 15ten Jul. 1777.

Joh. Ambr. Barth.

Verzeichniß neuer Verlagsbücher bey Johann Ambrosius Barth in Leipzig. Jubilatemesse 1797.

Annalen der neuesten theologischen Litteratur und Kirchengeschichte, herausgegeben von C. R. Haßenkamp, 9ter Jahrgang von 1797. 8. 3 Thlr.

Commentationes theologicae collectae edit. a Velthusenio, Kuinelio et Ruperto, Vol. IVtum. 8. maj. 1 Thlr. 12 gr.

Dolz, Joh. Chr., Leitfaden zum Unterricht in der allgem. Menschengeschichte für Bürgerschulen. 8. 5 gr.

Enke, Chr. Fr., über den Werth des neuen Leipziger Gesangbuchs, eine Predigt, gr. 8. 2 gr.

Grens, D. Fr. Albr. C., neues Journal der Physik, 4ten Bandes 1stes Heft. gr. 8. 10 gr.

Hartmanns, D. Joh. Dav., Versuch einer allgemeinen Geschichte der Poesie von den ältesten Zeiten an. Ein Beytrag zur Geschichte der menschlichen Kultur. 1ster Band. 8 maj. 1 Thlr. 18 gr.

Hedwigii, Rom. Ad., disquisitio ampullarum Lieberkühnii physico microscopica, Sectio 1ma cum IV. tab. aen. 4 maj. 16 gr.

Johnson, der edle Taschenspieler, vom Verf. des 2ten u. 3ten Theils des Schillerschen Geistersehers, 1ster Th. 8. 1 Thlr.

Journal, kritisches, für Gelehrte und Bücherfreunde, oder Uebersicht aller Urtheilssprüche der vornehmsten gelehrten Tribunale in Deutschland. Jahrg. 1796. 1ste Hälfte. 8.

Katechesen, katholische, 1ster Theil, über das Gebet überhaupt und das Vater Unser insbesondere, nach dem Felbigerschen Katechismus für Kirchen-, Schul- u. Privatleben. 8. 14 gr.

Kinderfreund, neuer, von Engelhard und Merkel mit Kupfern, 10tes Bändch. 8. 12 gr.

Köhlers, Joh. Fr., Anweisung zum Kopfrechnen in Verbindung mit der dazu erforderlichen Methode. 8. 20 gr.

— — arithmetische Aufgaben in Erzählungen eingekleidet, welche vom Lehrer den Rechenschüler zur Berechnung vorgelegt werden. 8. 6 gr.

Locke's Versuch über den menschlichen Verstand: aus dem Engl. übers. mit Anmerkungen und einer Abhandlung v. D. W. H. Tennemann, 2ter, 3ter und letzter Theil. 8. 2 Thlr. 8 gr.

(Der 1ste Theil desselben Werks ist jetzt allein bey mir zu haben à 1 Thlr. 4 gr.)

Materialien für alle Theile der Amtsführung eines Predigers, nebst pract. Anweisung dieselben dem Bedürfniß unserer Zeiten gemäß zu gebrauchen, 1sten Bandes 1ster bis 4ter Heft, und 2ten Bandes 1ster Heft. gr. 8. 1 Thlr. 16 gr.

Merkels, D. J., Erdbeschreibung von Chursachsen und den jetzt dazu gehörigen Ländern, für die Jugend, 2r Bd. 8. 12 gr.

Morla, Thom. de, Lehrbuch der Artilleriewissenschaften, aus dem Spanischen übersetzt mit Anmerk. von I. G. Hoyer. 2ter Band, gr. 8. 1 Thlr. 4 gr.

Philoikos, für Familien, zur Beförderung häuslicher Tugend und Glückseligkeit von Joh. Carl Pischon, 1ster Theil, gr. 8. 21 gr.

Plato's einige Gedanken über die gewöhnlichen A B C-Bücher in unsern vaterländischen Schulen, nebst einer kurzen Beschreibung und Abbildung der Lesemaschine, welche in der Leipziger Freyschule gebraucht wird. 8. 4 gr.

Dessen Buchstaben und Schriftzeichen zur Lesemaschine für Schulen, 1 Theil. Dieselben auf Holztäflichen aufgezogen. Netto 5 Thlr.

Dessen Vorübungen im Lesen und Denken, gesammlet für die untern Klassen der Leipziger Freyschule. gr. 12. 4 gr.

Rosenmülleri, E. F. C., Selecta quaedam Arabum adagia, e Meidanensis proverbiorum syntagmate nunc primum arabice edita. 4 maj. 7 gr.

Rothe, D., systematisches Verzeichniß der besten medicinischen Schriften, nebst beygefügtem Urtheil, Ladenpreiß, Verleger ꝛc. 8.

Schedels, J. C., allgemeines Chronikon für Handlung, Fabriken, Künste und Manufacturen, oder Bibliothek des Wissenswürdigen, Nützlichen und Neuen in diesen Gebieten. Jahrg. 1797. 1ster Heft. gr. 8. 16 gr.

Schillers, Fr., Geisterseher, aus den Papieren des Grafen von O**, 2ter Theil, fortgesetzt von X. Y. Z. zweyte verbesserte Auflage. 8. 1 Thl.

Taschenbuch für angehende practische Aerzte, 1ster Theil, zweyte umgearbeitete Auflage. 8. 1 Thl.

Vieths, G. Ulr. Ant., Anfangsgründe der Naturlehre für Bürgerschulen, mit Kupfern. 8. 20 gr.

Volksbelehrungen in katechet. Form, 1ster Th. 8. 14 gr.

Wittings, J. C., practisches Handbuch für Prediger, 5ten Bandes 1ster Theil, gr. 8. 20 gr.

I.

Nachricht
von
Watts neuesten Verbesserungen seiner Dampfmaschinen.

Vielleicht ist es den Lesern dieses Journals nicht unangenehm, hier einige, wenn gleich nur unvollkommene, Nachrichten von Watts neuen sinnreichen und höchst wichtigen Verbesserungen seiner Dampfmaschine zu finden. Des Verfassers Zweck ist erreicht, wenn ein Mann von mehr Sachkenntnissen dadurch aufgefordert würde, sie zu berichtigen und vollständiger zu machen. Ich erhielt sie auf meiner neulichen Reise durch den Harz, theils durch den gefälligen und sehr geschickten Aufseher der Dampfmaschine auf der Preuß. Hoheit, der auch an der neuen Einrichtung unter Watt gearbeitet hat; theils durch einen Aufsatz aus Hall's new Royal Encyclopedia. Art. Steam-engine, die im 5ten Theil von Geißler's Beschreibung und Geschichte der neusten und vorzüglichsten Instrumente und Kunstwerke, übersetzt ist.

Watts Absicht bey allen Verbesserungen ist, die Kosten der Feuerung dieser Maschinen zu vermindern. Denn die großen Unterhaltungskosten sind fast der einzige Fehler dieser Erfindung, die unstreitig zu den größten und kühnsten gehört, die je gemacht sind. Die Kosten der Feuerung werden vermindert, wenn man die Menge

der Dämpfe, die zu jedem Hube nöthig ist, beträchtlich vermindern kann, ohne die Würkung der Maschine beträchtlich zu vermindern. Denn alsdann hat man nicht einen so großen Kessel und folglich nicht so viele Kohlen nöthig, die kleinere Menge von Dämpfen hervor zu bringen. Dies führte Watt auf folgende Einrichtungen seiner Maschine.

I. Die Maschine (Tab. I. fig. 1.) ist im wesentlichen von der im Neuen Journal der Physik 1ster B. 1ster H. beschiebenen und jetzt in Deutschland üblichen Maschine nicht verschieden. Darum habe ich das wesentlich Uebereinstimmende eben so gezeichnet und mit denselben Buchstaben benannt, damit man jene Beschreibung auch zu dieser Zeichnung brauchen könne. Es kommt ja hier ohnehin nur darauf an, von der Würkung, nicht von der ganzen Konstruktion der Maschine, einen deutlichen Begriff zu geben.

Die Dämpfe kommen aus dem Kessel AA durch das Rohr CD und durch die Oeffnung des Ventils f in den großen Cylinder g; der Kolben ii ist eben im Begriff zu sinken. In der gewöhnlichen Einrichtung verfolgen ihn die Dämpfe aus dem Kessel bis auf den Boden, und nur erst dann, wenn er diesen erreicht hat, schließt sich das Ventil f zu ꝛc. Aber in der neuern Einrichtung bleibt f nur so lange offen, bis ii um $\frac{1}{4}$ seines Spielraums hinab gesunken. Alsdann fällt f zu. Aber die vom Kessel abgeschnittene Dämpfe fahren dem ungeachtet fort, vermöge ihrer großen Expansivkraft sich auszudehnen und den Kolben nieder zu treiben, wiewohl mit abnehmender Kraft. Man braucht also nur den vierten Theil von den Dämpfen, die man sonst anwandte, und folglich einen weit kleinern Kessel und auch nur etwa den vierten Theil der gewöhnlichen Feuerung; und doch würkt dieser vierte Theil von Dämpfen weit mehr, als den vier-

ten

ten Theil der gewöhnlichen Einrichtung, wie gleich nachher einleuchten wird. Damit aber der Gang der Maschine so viel als möglich gleichförmig bleibe, so muß sich das Moment der Last in demselben Grade (wenigstens beynahe) vermindern, wie sich das Moment der Kraft des Kolbens vermindert. Dies hat Watt durch Anbringung zweyer Räder, statt des Balanziers, zu erreichen gesucht. Der Kolben treibt unmittelbar das Rad No. 1. und dies treibt vermittelst der Stange BF das Rad No. 2. und das Gestänge XX. Im Anfange des Sinkens von il bleibt das Ende B von der Achse des Rades ziemlich gleich weit entfernt; aber beym fortgesetzten Sinken des Kolbens kommt das Ende B der Achse von No. 1. näher und das Ende F entfernt sich von der Achse des Rades No. 2., doch so, daß die Ketten K, K auf der Peripherie der Räder bleiben. Dadurch nimmt das Moment der Last ab, wie die Anfangsgründe der Mechanik lehren.

Watt giebt an, daß, wenn der große Cylinder 8 Fuß hoch ist und der Kolben nur 2 Fuß tief durch volle Dämpfe getrieben wird, die Maschine doch 0,57 würkt, wenn sie nach alter Art getrieben 100 würken würde; oder daß sich die Würkung der neuen Einrichtung zur Würkuug der alten bey übrigens gleichen Maschinen verhält wie 57 : 100. Folglich bringt man mit $\frac{1}{4}$ Dämpfen und also auch mit $\frac{1}{4}$ der alten Feuerung mehr als die Hälfte der Würkung hervor. Man kann also über die Hälfte der Feuerung ersparen. Hier ist ein kleiner unreifer Versuch zu einer allgemeinen Theorie dieser Würkung.

Ich nehme an, das Mariottische Gesetz vom Druck der zusammengepreßten Luft lasse sich auch auf die elastischen Dämpfe anwenden. Ihr Druck auf den Kolben muß also abnehmen, wie ihr Raum zunimmt. Wenn der Dampf aus dem Kessel den Kolben bis auf den Bo-

den verfolgt, so wirkt er in jedem Augenblicke des Sinkens gleich stark auf den Kolben. Es sey (Tab. I. fig. 2.) bd die Höhe des Sinkens und in b sey der Druck des Dampfs auf den Kolben $=$ ab $=$ k, so ist er in jedem andern Punkt f auch $=$ ab, folglich überall fe $=$ ab $=$ cd $=$ k. Also ist die Summe aller einzeln Kräfte, mithin die ganze Würkung des Dampfes auf den Kolben bis ans Ende $= k \times db = dc \times bd =$ den Parallelogram bc. Eigentlich müßte man freylich sagen: die ganze Würkung des Dampfes auf den Kolben verhält sich, wie das □ bc; aber jenes ist ja eine gewöhnliche Sprache, selbst der mechanischen Naturlehre.

Wenn aber die Dämpfe vom Kessel abgeschnitten werden, so bald der Kolben in f anlangt, so müssen nun die Dämpfe in be sich allmählig in einen größern Raum ausdehnen. In f ist ihre Würkung noch $=$ fe $=$ k. Aber nun nimmt sie ab. In dem willkührlichen Punkte h sey sie $=$ hl, so giebt das Mariottische Gesetz $hl : fe = bf : bh$. Denn der Raum des Dampfes, wenn der Kolben in h ist, verhält sich zu dem Raume des Dampfes, wenn der Kolben in f ist, wie $bh : bf$. Dies ist der Fall, wo auch h liegen mag. Nun sey allgemein $bf = a$, fe (wie vorher) $= k$, $fh = x$, $hl = y$, $bd = h$, so verwandelt sich jene Proportion in $y : k = a : a + x$, also $y = \frac{ak}{a + x}$. Aus dieser Gleichung läßt sich die krumme Linie elg konstruiren und die Gleichung zeigt, daß sie hyperbolischer Natur sey. Die Summe aller Würkungen des Dampfes in jedem Punkte des Kolbens unter fe verhält sich, wie die Fläche elgdfe, und die ganze Würkung des Dampfes nach der neuen Art verhält sich wie die ganze Fläche aelgdba. Folglich verhält sich die Würkung des Dampfes nach der alten Art zu der Würkung des Dampfes nach der neuen

Art,

Art, wie aldb : aegdb. Wir dürfen also nur die Fläche egdf suchen.

Ihr Element ist ydx (für y aus der obigen Gleichung den Werth) $= a. k. \frac{dx}{a + x}$. Das Integrale davon ist $= ak \frac{dx}{a+x} + const. = ak. log. nat. (a+x) + const.$ Für $x = o$ ist das Integrale $= o$, also $ak. log. nat. (a + o) + const. = o$. Daraus folgt $const. = - ak. log. nat. a$. Folglich ist das vollständige Integrale $= ak. log. nat. (a+x) - ak. log. nat. a = ak. log. nat. \frac{a+x}{a}$.

Um die ganze Fläche elgdf zu erhalten, setze man $x = fd = h - a$. Dies giebt $elgdf = ak. log. nat. \frac{h}{a}$. Dazu $be = ak$ addirt, giebt $aegdb = ak. (1 + log. nat. \frac{h}{a})$. Nun sey bf irgend ein aliquoter Theil von bd, z. B. der vierte, allgemein der m^{te}, so ist $bf = \frac{1}{4} bd$ oder allgemein $bf = a = \frac{1}{m} h$, oder $h = ma$. Dies in den Werth für aegdb gesetzt, giebt $aegdb = \frac{hk}{m}. (1 + log. nat. m)$. Nun ist $bc = hk$; also $bc : aegdb = hk : \frac{hk}{m} (1 + log. nat. m) = 1 : \frac{1 + log. nat. m}{m}$. Eben so verhält sich auch die Würkung des Dampfes in der alten Maschine zu der Würkung in der neuen. Dies Verhältniß ist, wie aus den Tafeln der natürlichen Logarithmen erhellet,

für	m = 2	1 : 0,846
—	m = 3	1 : 0,699
—	m = 4	1 : 0,596 u. s. w.

Läßt man daher nur so lange neuen Dampf aus dem Kessel zu, bis der Kolben die Hälfte seines Weges gemacht hat, so verhält sich die Menge des Dampfes zu der sonstigen Menge, also auch die Feuerung zu der sonstigen wie 1 : 2; aber die Würkungen fast wie 4 : 5. Ist m = 3, so ist jenes Verhältniß = 1 : 3, aber dieses fast = 7 : 10 und wenn m = 4, das erste = 1 : 4 das andere = 59 : 100, fast so wie Watt angiebt.

Nach dieser Theorie ließe sich dann auch ausmachen, welches die beste Art sey, das Moment der Last zu vermindern, und den Gang der Maschine gleichförmiger zu machen. Aber das würde mich jetzt zu weit führen. Watt schlägt mehrere sinnreiche Arten vor, aber ohne Theorie und Kritik.

II. Die zweyte merkwürdige Verbesserung der Dampfmaschine ist an der auf Tab. II. abgebildeten zu sehen. Hier ist es nicht blos dem Pumpengestänge überlassen, durch sein Gewicht den Kolben wieder zu heben. Der Dampf hebt ihn. Durch dies einfache Mittel wird die Gewalt der Maschine auf eine unerwartete Art vermehrt. Der große Cylinder AB ist wie gewöhnlich. Aber das Rohr, welches die Dämpfe aus dem Kessel bringt, theilt sich bey C in zwey Röhre; das eine CD führt sie durch das Ventil a über den Kolben F, das andere EF führt sie durch das Ventil c unter denselben. Das Rohr GH führt die ersten, SH die letztern ins Wasser zur Abkühlung. Der Kolben ist im Begriff zu sinken. Daher ist das Ventil a und b offen; jenes, damit die Dämpfe aus dem Kessel kommen und den Kolben nieder drucken können; dieses, damit der Dampf unterm Kolben

ben ins Wasser gehe. So bald der Kolben bey B ist, fällt a und b zu (a eigentlich früher vermöge der ersten Verbesserung). Nun geht c und d auf. Durch c strömen Dämpfe herbey, um den Kolben zu heben und durch d gehen die vorigen über dem Kolben ab ins Wasser. Und so geht das Spiel wechselsweise. Da der Kolben schon vermöge des Gegengewichts der Last zurück gehen würde, so ist das Ende P des Balanziers mit so viel Gewicht beschwert, als die hebende Kraft des Dampfes beträgt. Dies Gewicht vereinigt sich beym Niedersinken des Kolbens mit der Kraft des Dampfes und vermehrt so sehr beträchtlich die Gewalt der Maschine. Z. B. es sey die erste Verbesserung angebracht und $m = 4$, so ist die Gewalt der Dämpfe nach oben $= 0{,}596$, nach unten ebenfalls $= 0{,}596$; also ist die gesammte Gewalt beym Sinken des Kolbens $2.0{,}596 = 1{,}192$. Also würket diese Maschine mehr, als eine andere von derselben Größe, aber nach der alten Einrichtung, wenn die Dämpfe aus dem Kessel so lange zuströmen, bis der Kolben am Ende ist; und doch braucht jene nur die Hälfte des Dampfes und der Feuerung und thut in gleichen Zeiten gleich viel Züge. Nähme man $m = 3$, so wäre die Würkung $= 1{,}398$ und für $m = 2$ wäre sie $= 1{,}692$.

Zur Ausgleichung der Kraft ist bey R ein Schwungrad angebracht, das von den Zähnen an P getrieben wird.

In der Maschine auf der Preuß. Hoheit ohnweit Hettstädt, heben nicht die Dämpfe den Kolben in die Höhe, wie in Gehler's physikal. Wörterb. 5. Theil S. 223. gesagt wird. Es ist noch keine von Watts neuverbesserten Maschinen und von der vorigen kleinen nicht wesentlich verschieden.

Um noch mehr an Feuerung zu sparen, verbindet Watt auch zwey Maschinen mit einander, so daß der

Dampf der ersten, ehe er ins Wasser geht, erst die zweyte treibt.

Zur Ausgleichung der Kräfte hat er, außer dem Angezeigten, noch manchen sinnreichen Vorschlag gethan, die der Theorie mehr oder weniger genügen. Am meisten stimmt damit der Vorschlag überein, nach welchen statt des Balanziers Räder wie Tab. I. angebracht sind, mit dem Unterschied, daß hier statt der dortigen Stange BF eine Kette angebracht ist, die sich bey dem Gange der Maschine auf ein Spirale des Rades No. 1. aufwickelt und von einer andern Spirale No. 2. abwickelt und so wechselsweise.

III. Noch will ich zum Schlusse seiner neuesten Dampfmaschine erwähnen, die sich in Ansehung der Form von der gewöhnlichen ganz unterscheidet, in der sich aber die Würkung der Dämpfe erstaunend weit treiben läßt. Siehe Tab. III.

No. 1. AD ist der Durchschnitt eines horizontal liegenden mit einem schlechten Wärmeleiter (bey Watt immer mit Dampf) umgebenen Cylinders von Eisen. Er ist inwendig genau gearbeitet und an beiden Enden verschlossen. Mitten durch ihn geht ein andrer Cylinder B, der mit ihm eine gemeinschaftliche Achse hat, sich um seine Achse drehen läßt, und durch die Deckel des großen Cylinders dampfdicht durchgeht. Dieser innere Cylinder B wird vermittelst eines Flügels C, der genau an die innre Wand des großen Cylinders AD anpaßt, durch den Dampf um seine Achse hin und her gewälzt, und eben dadurch die Würkung der Maschine hervorgebracht. Der Flügel C ist eine Platte von Eisen mit B unbeweglich verbunden und bey m, wie der Kolben der gewöhnlichen Maschine, dampfdicht gemacht. Durch die Vorrichtung pnq ist erreicht, daß der Flügel C den innern Raum des großen Cylinders in zwey von einander ganz abgeschnittene Theile

theilt.

theilt. An r dreht sich B dampfdicht. Das übrige ist aus der Zeichnung klar. Durch E kommen die Dämpfe aus dem Kessel, gehen durch das Ventil a und treiben den Flügel C und mit ihm B in der Richtung mDA herum. Die Dämpfe über ihm vom vorigen Drehen finden durch b und G den Weg ins Wasser. Sobald C bey L anlangt, fällt a und b zu, c und d geht auf. Die Dämpfe dringen durch c, treiben C zurück und die Dämpfe über C gehen durch d ins Wasser u. s. w. IK sind Luftpumpen, wie gewöhnliche.

No. 2. Tab. III. zeigt, wie die Maschine das Pumpengestänge und auch den Steurungsbaum treiben kann.

Watt hat selbst ein Mittel angegeben, wie diese abwechselnd wiederkehrende Bewegung in eine stetige verwandelt werden kann.

Dickinson hat diese Rotationsmaschine (wie er sie nennt) sehr erweitert und darüber ein Patent erhalten.

Halle, im Januar 1797.

G. W. Mundt,
Lehrer am Königl. Pädagogium.

2.

Entwurf
zur
Verbesserung der Einrichtung
beym Brandlöschen,

von

Herrn van Marum,

in Haarlem *).

Haarlem, den 3ten Febr. 1797.

Der Bürger van Marum, hat am verwichenen Sonnabend in einer Vorlesung in Teylers Stiftung angegeben, wie man das, was er in der vorletzten Vorlesung durch seine Proben mit dem Brandlöschen gezeigt hatte, sich zur Verbesserung der Einrichtung beym Löschen des Feuers zu Nutze machen könnte; auch hat er zugleich einen Entwurf an die Hand gegeben, wie man hier in dieser Stadt schleunig eine solche Verbesserung würde bewerkstelligen können. — Er hat sich bereitwillig gefunden, dem Verfasser dieses Wochenblatts, welcher selbst dieser Vorlesung beygewohnt hat, Nachfolgendes, nebst dem angeführten Plane, zur Einrückung in dieses Blatt mitzutheilen.

„Ich

*) Aus der Nieuwe algemene Konst en Letterbode. van 16. Febr. 1797. — Dieser und die folgenden Aufsätze, stehen mit dem oben (B. III. S. 134. ff.) unsern Lesern mitgetheilten in Beziehung. G.

„Ich habe durch die in der vorigen Stunde ange-
„stellten Proben gezeigt, daß eine geringe Quantität Was-
„ser, wenn sie gut angewandt wird, einen sehr heftigen
„Brand löschen kann. Sie werden sich noch erinnern,
„daß ich ein gewöhnliches Theerfaß, welches so stark
„brannte, daß man sich demselben bis auf eine Entfer-
„nung von 5 Fuß kaum nähern durfte, mit $\frac{1}{4}$ Pfund
„oder ungefähr $\frac{1}{4}$ Nösel Wasser gänzlich gelöscht habe.
„Dieser Versuch zeigt also deutlich, daß eine weit gerin-
„gere Quantität Wasser, als zu den gewöhnlichen Brand-
„sprützen erfordert wird, im Stande ist, einen großen
„Brand zu löschen; und daß also kleinere Sprützen, als
„die gewöhnlichen zum Löschen eines starken Brandes
„hinlänglich sind.

„Eine solche tragbare Sprütze, wie die, welche
„Sie sahen, die ein Mann leicht dahin tragen kann, wo
„das Feuer ist, giebt, wie ich Ihnen jetzt zeigen will,
„so viel Wasser, daß keiner von Ihnen, der meine vori-
„gen Versuche in Ansehung des Löschens gesehen hat, nur
„einen Augenblick zweifeln kann, daß diese Quantität
„Wasser mehr als hinlänglich seyn wird, um jedes Feuer,
„so lange es sich nur über ein Zimmer, oder einen kleinen
„Theil eines Gebäudes erstreckt, zu löschen, es mag so
„heftig seyn als es will. Ein jeder von Ihnen sieht leicht
„ein, welchen großen Nutzen man in den meisten Fällen
„beym Löschen des Brandes von einer solchen tragbaren
„Sprütze würde ziehen können, indem man sie überall,
„wo Brand entsteht, bey der Hand hat. Diese tragba-
„re Sprütze würde also immer, wenn sie in jedem Quar-
„tier vorhanden wäre, ohne Zeitverlust nach der Stelle
„hingebracht werden können, wo das Feuer ist, es möge
„seyn in welchem Theile des Gebäudes es wolle. Die
„hiezu nöthige Quantität Wasser, ist in jedem Hause vor-
„handen, worin nur eine Pumpe ist, und kann in Ey-

„mern

„mern zugetragen werden. Zwey Leute können diese „Sprütze regieren; der eine pumpt, und der andere hält „die Schlange der Sprütze. Selbst Ein Mann kann, „wenn es darauf ankömmt, pumpen, drücken, und die „Schlange halten. Ein, zwey, oder höchstens drey Ey„mer Wasser, werden allezeit, wenn die Sprütze gut „regiert wird, hinlänglich seyn, den heftigsten Brand, „der nur in einer gewöhnlichen Stube, oder in einem „andern Theile eines gewöhnlichen Hauses entstehen kann, „zu löschen.

„Da dieß nun so ist, und Niemand nach den bishe„rigen Versuchen daran zweifeln kann, so sehen Sie von „selbst ein, wie sehr es zu wünschen wäre, daß alle Quar„tiere unserer Stadt mit solchen kleinen Sprützen verse„würden, und zwar auf die Art, daß jeder Bürger, so „bald als Feuer in seinem Hanse entstände, die Sprütze „aus seinem Quartiere holen könnte.

„Hiervon überzeugt, habe ich mich bemüht, einen „Plan auszufinden, nach welchem diese Stadt in kurzer „Zeit mit einer hinlänglichen Anzahl solcher kleinen Sprü„tzen versehen werden könnte, um hierdurch so viel als „möglich einem solchen schrecklichen und zerstöhrenden „Brande als wir vor einigen Tagen hier erlitten haben, „zuvorzukommin. Der Anblick der hierdurch angerichte„ten Zerstöhrung, und der noch viel größern Gefahren, die „uns der heftige Frost, welcher die gewöhnlichen Brand„sprützen fast unbrauchbar macht, androhet, hat mich „am meisten angetrieben, alles, was in meinen Vermö„gen steht, anzuweuden, um dergleichen Unglück und Ge„fahren in der Folge so viel als möglich zu verhüten.

„Die tragbare Brandsprütze, welche ich empfehle, „hat außer dem bereits gemeldeten auch noch diesen Vor„theil vor den übrigen Brandsprützen voraus, daß sie in

„einem

„einem Keller, worinnen es nicht friert, und dergleichen „leicht in jedem Quartiere zu finden ist, bewahrt wer„den kann, und daß sie also auch bey dem stärksten Frost „augenblicklich im Gang zu bringen ist.

„Da ferner eine solche Sprütze im Hause, und nahe „beym Feuer gebraucht wird, so ist auch ganz und gar „nicht zu besorgen, daß sie bey starkem Froste, vor oder „während dem Sprützen unbrauchbar werden sollte, wel„ches bey den gewöhnlichen Sprützen, wie wir neulich „gesehen haben, sehr schwer zu verhüten ist *).

„Ich will Ihnen nun, um Sie dazu zu bewegen, „den Plan mittheilen, den ich zur Erreichung des ge„meldeten Endzwecks gemacht habe.

„Eine Stadt, wie diese, würde in kurzer Zeit in „den meisten Quartieren, mit solchen tragbaren Sprü„tzen versehen werden oder doch davon Gebrauch ma„chen können; — indem, erstlich, in jedem Quartiere, „worin wohlhabende Bürger wohnen, einer oder meh„rere derselben, auf ihre Kosten eine solche Sprütze, die „nur 12 Ducaten kostet, sich anschaffen, und sie dem „Quartiere zum Gebrauche überlassen könnten — und „indem, zweytens, die Aufseher der öffentlichen Gebäu„de, Kirchen, oder anderer Stiftungen, solche kleine „Sprützen zum Gebrauche derselben verfertigen ließen; „und sie an die in der Nähe liegenden Quartiere aus„leihen wollten, die nicht dergleichen besitzen.

„Die den Quartieren gehörenden Sprützen können „in einem solchen Hause eines jeden Quartiers bewahrt „werden, welches mit einem guten Keller versehen ist, „worin sie des Winters vor starkem Frost, und daraus

„ent-

*) Ein Zusatz von Salz zum Löschwasser verhütet das Gefrieren desselben kräftig; und der gerühmte Nutzen unserer hiesigen Soole beym Löschen besteht eben darin, daß sie bey unserer gewöhnlichen Winterkälte nicht gefrieret. S.

„entstehender Unbrauchbarkeit gesichert sind. Das Haus, „worin die Sprütze bewahrt würde, müßte ein Zeichen „haben, woran jeder Bürger wissen könnte, wo sie, so „bald als Feuer in seinem Hause entstände, zu holen „wäre; oder man würde wohl in den meisten, wo nicht „in allen Quartieren, Gelegenheit finden können, eine „solche Sprütze an der Straße, zur Seite eines Hau„ses, oder unter einer Bank in einem Kasten zu ver„schließen, wovon jeder Bürger einen Schlüssel hätte. „Und um niemals nach dem Schlüssel von dem Sprü„tzenkasten zu suchen, würde man eine sonst gebräuchliche „Einrichtung befolgen können, wodurch aller Verzöge„rung, die sonst durch dies Suchen entstehen könnte, „ganz könnte abgeholfen werden.

„Das Stellen der Sprütze in einem Kasten an der „Straße würde den Vortheil haben, daß man durchge„hends des Nachts eher zu der Sprütze gelangen könnte, „als wenn sie in einem Hause aufbewahrt würde. Die „Sprütze würde dann nur bey starken Frost aus den an„geführten Ursachen in den Keller des einen oder des an„dern Hauses, welches den Quartieren durch das Zei„chen bekannt wäre, gestellt werden müssen.

„Die Sprütze eines jeden Quartiers müßte ein„oder mehrmal des Jahres der Sicherheit wegen durch „die Aufseher des Quartiers untersucht, und müßten alle „Bürger des Quartiers zu dieser Untersuchung zusam„men gerufen werden, um die einfache Behandlung die„ser kleinen Sprütze kennen zu lernen: damit jeder desto „besser im Stande wäre, sobald Brand bey ihm, oder „bey seinen Nachbarn entstände, davon den besten Ge„brauch zu machen.

„Wenn so unsere Stadt auf diese oder eine ähnliche „Art mit solchen kleinen Brandsprützen versehen wäre, „so würde es aller Wahrscheinlichkeit nach selten mißlin-

„gen,

„gen, eine jede Feuersbrunst in ihrer Geburt zu ersti„cken. Wer je den Fortgang eines eben angefangenen „Brandes gesehen hat, der weiß, wie schnell das Feuer „jeden Augenblick zunimmt, und begreift also leicht, „daß eine kleine Brandspritze, wie diese, wenn sie gleich „beym ersten Anfang gebraucht wird, viel gewisser die „Flamme löschen wird, als eine Menge gewöhnlicher „Brandsprützen, wenn das Feuer bereits überhand ge„nommen hat.

„Es ist also zu wünschen, daß der vielfältige Nu„tzen, eine solche Sprütze gleich bey der Hand zu haben, „den begüterten Bürgern dieser Stadt einleuchten möge, „und daß sie hiedurch bewogen werden, die geringen Ko„sten, die nach dem vorgelegten Plane erfordert werden, „gern zu tragen, um dadurch ihre Besitzungen und die „ihrer mindervermögenden Mitbürger gegen den zerstöh„renden Brand mit mehrerer Sicherheit zu bewahren.

„Gern will ich alles, was in meinem Vermögen „steht, dazu beytragen, um dies heilsame Vorhaben „befördern zu helfen. Diese Sprütze, die in einem „Hause, wie ich schon oft zu erkennen gegeben habe, „zum Dienste meiner Nachbarn und eines jeden, der sie „zum Löschen des Brandes verlangen würde, seit vielen „Jahren bereit stehet, kann bey mir von einem jeden, „dem daran gelegen ist, in Augenschein genommen wer„den. Sie ist von J. Baauw, ehemaligen physischen „Instrumentenmacher zu Leiden gemacht, doch kann „sie leicht durch jeden, der Brandsprützen und physica„lische Instrumente verfertigt, nachgemacht werden."

3.

Weitere Nachrichten
von
den van Marumschen Versuchen,
das Feuer zu löschen *).

Haarlem, den 16ten May 1797.

Doctor van Marum machte hier vorige Woche zwey Versuche, um zu zeigen, daß man durch eine kleine Sprütze, welche Ein Mann tragen kann, und mit wenigem Wasser, wenn dies gut angewandt wird, einen sehr heftigen Brand löschen kann. Zu diesem Ende ließ er auf Kosten von van Teylers Stiftung, und mit Vorwissen und Genehmigung der Stadtobrigkeit, auf dem bey dieser Stadt gelegenen Harmen Jansens Felde, eine Hütte von trockenem, alten Holze aufschlagen, wie eine große Stube, nemlich 24 Fuß lang, 20 Fuß breit und 14 Fuß hoch. An der Süd-Ostseite waren zwey Thüren, und an der Süd-Westseite zwey Oeffnungen, wie große Fenster. Oben auf der Hütte lagen drey Bündel mit Spänen, welche mit Stricken an einen runden Pfahl gebunden waren, der 27 Fuß hoch über der Erde stand. Damit nun diese Hütte desto heller auflodern möchte, war sie oben offen, auch stand sie einen halben Fuß über der Erde, um durch den Durchzug der Luft den Brand desto stärker anzufachen. Die innere Seite war rund herum ganz mit Theer bestrichen, und mit Matten von Schilf 10 Fuß hoch bekleidet. Diese Matten waren auch

*) Ebendas. vom 19ten May 1797.

auch kurz vor der Anzündung von oben bis unten reichlich mit Theer bestrichen, und unten an denselben waren Hobelspäne befestigt. Mit dieser so eingerichteten Hütte machte er den ersten Versuch den 8ten May in Gegenwart der Directoren der Teylerschen Stiftung und anderer Zuschauer. Es war damals so ein starker Wind, daß die Mühlen mit halbem Seegel herumgiengen. Als nun die Hobelspäne rund herum angesteckt waren, standen die betheerten Schilfmatten bald in vollen Flammen. Das Feuer, welches durch den Wind nicht wenig angeblasen würde, war so heftig, daß die Zuschauer allgemein dachten, und viele derselben auch ausriefen, es sey nicht möglich dies Feuer zu löschen. Als nun das Schilf verbrannt war, stand das Holz an der innern Seite der Hütte rund herum in vollen Flammen. Der Wind jagte auch die Flamme durch die Ritzen zwischen den Brettern der Süd-Ostseite, so daß diese Seite der Hütte auch von außen größtentheils branute. Darauf ließ Dr. van Marum eine kleine Brandsprütze vor der Thüre nahe bey der Nordecke der Hütte in Bewegung setzen. Er selbst stellte sich vor diese Thüre hin, so nahe, als die Hitze des Feuers solches zuließ, und brachte den Wasserstrahl zuerst auf die Nord-Ostseite, so nahe bey der Thüre, als es angieng, und leitete denselben, so bald die Flamme an der durch das Wasser befeuchteten Stelle gelöscht war, längst dieser Seite fort, hernach längst der Nord-Westseite, und der Süd-Westseite. Ehe das Becken der Sprütze, welches drey Eymer Wasser enthielt, ledig war, waren diese drey Seiten gelöscht. Man stellte auch eine solche Sprütze vor eine der gemeldeten Oeffnungen der Süd-Westseite, und hiermit löschte man in sehr kurzer Zeit die Süd-Ostseite; dies hätte auch durch die nemliche Sprütze, womit die erstgemeldeten Seiten gelöscht waren, geschehen können; doch die Furcht der Helfer machte, daß man eine andere Sprütze ergriff,

 wel-

welche aus Vorsorge bey der Hand war. Mit ungefähr fünf Eymern Wasser, so viel man hat nachzählen können, war dieser heftige Brand so weit gelöscht, daß jetzt nur noch hie und da zwischen den Ritzen der Bretter, und in den Spalten und Speicherlöchern des alten Holzes einiges Feuer gesehen wurde, welches durch den Wind angeblasen, an verschiedenen Stellen auch wieder kleine Flammen erweckte. Man hatte jetzt Zeit alles, was noch glimmte, zu löschen, und man bediente sich dazu der nemlichen Sprützen; dieß hätte man, wie der folgende Versuch lehrt, mit viel weniger Wasser ausrichten können, indem man dazu andere Geräthschaften bey der Hand hatte.

Der zweyte Versuch geschah den 11ten May, Nachmittags um 5 Uhr, in Gegenwart vieler hundert Zuschauer. Die Hütte war nach dem Verstopfen der Ritzen zwischen den Brettern, die durch den vorigen Brand an einigen Stellen sehr vergrößert waren, jetzt wieder auf gleiche Art eingerichtet, als beym ersten Versuche. Das Holz nämlich war erst von neuem mit Theer bestrichen, darauf an allen Seiten mit Schilfmatten bekleidet, die wieder kurz vor dem Versuche reichlich mit Theer bestrichen, und unten mit Hobelspänen versehen waren. Die Anzündung geschah wieder gleichzeitig an allen Seiten, so daß die Hütte sehr schnell inwendig rund herum in vollen Flamen stand. Die Flamme stieg verschiedene Fuß hoch über den Pfahl. Als die Hütte schon vier Minuten gebrannt hatte, begann Dr. van Marum auf gleiche Art als beym vorigen Versuche, durch die Thüre nahe bey der Nordecke die Nord-Ostseite, und darauf die Nord-Westseite zu besprützen. Als hier die Flamme gelöscht war, stellte er die nemliche Sprütze vor eines der Fensterlöcher, und löschte so die Süd-Ostseite. Hierauf stellte man die Sprütze vor die Thüre nahe bey der

West-

Westecke, und nun löschte er die Süd-Westseite. Zuletzt stellte er die Sprütze in die Hütte selbst, das Wenige, was von der Flamme in einigen Ecken und Ritzen noch übrig blieb, zu löschen.

Nach den Wahrnehmungen vieler Zuschauer war dieser Brand nach dem Anfange des Sprützens in drey Minuten so weit gelöscht, daß das Holz nur noch hie und da glimmte, und an einzelnen Stellen zwischen den Ritzen wieder einige Flamme faßte: doch dies alles war von so geringem Belange, daß die Kohlen durch eine nasse an einen Stock gesteckte Frießdecke, und durch eine gewöhnliche Gartengießkanne gedämpft wurden.

Ehe man die Sprütze in Gang brachte, wurde das Sprützenbecken mit drey Eimer Wasser gefüllt, die man aus einer Wanne schöpfte: während des Sprützens goß man noch einen Eymer Wasser hinein, und nach dem Löschen blieb darin ungefähr noch ein Eymer Wasser übrig; so daß der ganze Brand vermittelst dieser Brandsprütze mit drey Eymer Wasser gelöscht wurde, außer dem, was nachher zur Ausdämpfung der Gluth gebraucht wurde.

Daß nicht allein das Schilf, sondern auch das Holz dieser Hütte überall in vollem Brande stund, hat ein jeder nach dem Löschen sehen können: so daß nicht ein Daumenbreit Holz an der innern Seite der Hütte zu finden war, welches nicht mehr oder weniger tief eingebrannt war. An den meisten Stellen war das Holz beynahe vier Zoll eingebrannt, und an einigen noch viel tiefer. Solches ist auch noch heute zu sehen, weil die Hütte zu diesem Ende einige Tage stehen geblieben ist.

Das große Aufheben, welches man im Jahr 1794 in ausländischen Journalen und fliegenden Blättern von einem gewissen Schwedischen Löschmittel machte, hat zu diesen Versuchen die erste Veranlassung gegeben.

Dr. van Marum versuchte dies Mittel im Anfange von 1795, und zwar in Vergleichung mit dem Wasser; er fand nun, daß er mit einer sehr geringen Quantität Wasser, welches wohl angewandt wird, das Brennen der brennbarsten Materien löschen könne, und daß er durchgehends hierzu eine größere Quantität der Schwedischen Löschungsfeuchtigkeit, als vom gewöhnlichen Wasser nöthig habe. (Von diesen Versuchen bey der Teylerschen Anstalt, die in Gegenwart vieler Zuschauer angestellt wurden, findet man eine Erzählung im neuen Journal der Physik B. III. S. 134.) Diese Versuche, und eine kurz darauf erfolgte heftige Feuersbrunst hier in dieser Stadt, gaben ihm Veranlassung, zu dem Gebrauch kleiner tragbaren Brandsprützen. Er suchte also seine Stadtgenossen zu überzeugen, daß es selten mißlingen würde, einen jeden Brand beym Anfange zu löschen, wenn man in jedem Quartiere eine solche kleine Brandsprütze bey der Hand hätte; und er legte ihnen einen Plan vor, nach welchem jedes Quartier mit sehr geringen Kosten und zum allgemeinen Nutzen für einen jeden Einwohner mit einer solchen kleinen Sprütze versehen seyn könnte. (Man sehe den vorigen Aufsatz.) In verschiedenen Quartieren, vorzüglich in solchen, worin Leute wohnten, die seine Versuche gesehen hatten, hat man seinen Rath befolgt: doch viele, die sie nicht gesehen hatten, haben die Würkung der kleinen Sprützen bey einem starken Brande in Zweifel gezogen und widersprochen, und hierdurch den allgemeinen Gebrauch derselben aufgehalten. Um allen Zweifel und Widerspruch dagegen zu vernichten, und seine Mitbürger zu überzeugen, daß sie für die sehr geringen Unkosten für ihren Antheil bey solchen Quartiersprützen ihre Besitzungen gegen den Fortgang des Feuers am besten bewahren können, hat Dr. van Marum diese öffentlichen Versuche angestellt. Der Erfolg derselben bewährt ganz gewiß

den

den Gebrauch solcher Quartierbrandsprützen aufs höchste an. Sie haben, wie man gesehen hat, nicht allein den Vortheil, daß sie augenblicklich in Gang gebracht, und nur durch zwey Leute regiert zu werden brauchen, sondern sie können noch überdas wegen ihrer Leichtigkeit bequem an das Feuer gebracht, und so gestellt werden, daß das Wasser mit dem größten Vortheile und ohne Vergeudung angewandt werden kann.

Es ist wahr, man wird die Quartiersprütze durchgehends nicht eben so schnell in Gang bringen können, als bey diesem Versuche geschehen ist: aber dagegen muß man hier auch erwägen, daß das Feuer in einem Hause fast nie so schnell zunehmen kann, als bey diesem Versuche, weil hier alles vorsätzlich eingerichtet war, um diese Hütte aufs allerschleunigste in volle Flamme zu setzen, damit hierdurch diese Versuche desto überzeugender werden möchten.

Man kann also nach diesen Versuchen wohl nicht mehr daran zweifeln, daß solche kleine Brandsprützen, wenn sie allgemein in den Quartieren vorhanden wären, fast in den meisten Fällen zureichen würden, das Feuer gleich im Anfange zu ersticken: weil dann ein jeder in wenig Minuten die Quartierbrandsprütze bey einem Brande, der in seinem Hause entstände, würde holen, und also denselben mit wenig Mühe und Umständen würde löschen können, da die Behandlung dieser Sprützen so bequem ist, daß sie ein jeder handhaben und regieren kann.

Man sieht überdies aus diesen Versuchen, daß es vergeblich ist, sich nach einem anderen Löschmittel, oder einer andern Löschfeuchtigkeit umzusehen: weil sie lehren, daß man durch eine geringe Quantität Wasser, wenn es wohl angewandt wird, einen starken Brand löschen kann.

4.

Bericht

des

Herrn van Marum,

betreffend

den Gebrauch einer tragbaren Brandsprütze, um damit aufs schleunigste Feuer zu löschen *).

Mit vielem Vergnügen habe ich aus dem mir mitgetheilten Decret der Nationalversammlung vom 30sten May ersehen, daß sie die Versuche, die ich zur Verbesserung der Einrichtung beym Brandlöschen angestellt habe, ihrer Aufmerksamkeit gewürdiget, und daß sie decretirt hat: Zu erklären, daß, um von dem von mir gebrauchten Werkzeuge den besten Nutzen ziehen zu können, es der Versammlung angenehm seyn werde, wenn ich über das erwähnte Instrument, und meine gemachten Versuche einigen näheren Unterricht und Belehrung an das Publicum durch den Druck bekannt machen wollte. Durch folgendes will ich also dem Wunsche der Nationalversammlung ein Genüge zu leisten suchen.

Der gute Erfolg meiner Versuche in Ansehung des Brandlöschens, die ich den 8ten und 11ten May allhier angestellt habe, ist keinesweges einer besonderen Erfindung, oder einer besonderen Einrichtung der tragbaren Brand-

*) Ebendas. No. 181. vom 16ten Jun. 1797.

Brandsprütze zuzuschreiben, sondern allein der Art und Weise, wie sie von mir gebraucht ist. Denn die Spritze besteht eben so, wie die gewöhnlichen Brandsprützen, aus einem kupfernen Becken, worin das Wasser durch eine Pumpe gepreßt, und woraus es durch die darin comprimirte Luft getrieben wird. Ich brauche also nur anzugeben, was man zu Folge meiner Untersuchungen zu thun habe, um durch eine kleine, oder tragbare Brandsprütze einen starken Brand in kurzer Zeit zu löschen.

Die von mir im Januar 1795 in Ansehung des Brandlöschens angestellten Versuche, haben mich gelehrt, daß, um bey jedem Brande die Flamme aufzuhalten, man nur die Oberfläche der brennenden Sache an der Stelle, wo die Flamme auflodert, zu befeuchten braucht; auch haben sie zugleich gelehrt, daß nur so viel Wasser, als hierzu erfordert wird, auch in jedem Falle hinlänglich ist, die Flamme zu löschen: wenn nur das Befeuchten der brennenden Stelle ordentlich geschieht. Deswegen muß man beym Sprützen vorzüglich darauf Achtung geben, daß man den Strahl so lenke, daß die ganze Oberfläche der brennenden Stelle vom Wasser befeuchtet und gelöscht werde, und zwar auf eine solche Art, daß zwischen beiden keine brennenden Stellen übrig bleiben. Denn, giebt man hierauf nicht Achtung, so verdampft die Hitze der hie und da noch gebliebenen Flamme schnell das Wasser, womit das gelöschte Holz angefeuchtet ist, und dies geräth denn wieder aufs neue in Brand.

Aus dieser allgemeinen Regel, welche uns die angeführten Versuche gelehrt und festgestellt haben, ist es nun leicht abzunehmen, was man in jedem Falle zu thun hat, um durch eine kleine oder tragbare Brandspritze aufs schleunigste das Feuer zu löschen. 1) Wenn sich der Brand nur erst über ein einzelnes Zimmer erstreckt, so wird man am besten thun, dieselbige Manier

zu befolgen, wovon man den guten Erfolg durch die bekannten Versuche vom 8ten und 11ten May gesehen hat, und welche schon in dem Bericht über die Versuche hauptsächlich angegeben ist. Man stelle nemlich die Sprütze vor die Thüre, oder vor ein offenes oder zerbrochenes Fenster des Zimmers, und nun besprütze man erst denjenigen Theil, der am nächsten bey der Thüre oder dem Fenster ist, wodurch die Sprütze geht; und so bald die Flamme an der vom Wasser berührten Stelle erlöscht (welches, wie man sehen wird, sogleich geschieht), so muß man in der größten Geschwindigkeit die nächsten Theile besprützen, und auf solche Art den Strahl im Zimmer fortleiten, daß keine brennende Stellen zwischen den gelöschten übrig bleiben. So bald man nun den Strahl auf diese Art so weit im Zimmer herumgeleitet hat, als beym Stande der Sprütze geschehen kann, so bringe man die Sprütze vor ein anderes Fenster oder Oeffnung des Zimmers, und man besprütze wieder eben so, alles was man mit dem Strahl erreichen kann. Auf diese Art dämpft man das Feuer beynahe so weit, daß man die Sprütze in das Zimmer tragen kann. So bald dies angeht, so wird man in einem Augenblick alles, was noch brennt, oder glimmt, auslöschen können.

In verschiedenen Fällen kann man durch den Rauch, oder Dampf gehindert werden, sich in oder sehr nahe bey der Thüre des brennenden Zimmers zu stellen: in diesem Falle muß man durch schleuniges Oeffnen oder Aufbrechen der Fenster dem Rauche einen Ausgang verschaffen. Je höher die Oeffnung gemacht wird, desto besser wird der Rauch herausziehen: man wird daher am besten thun, den obersten Theil der Fenster zu öffnen, oder in Stücken zu schlagen.

2) Wenn das Feuer sich nicht mehr über das Zimmer, oder die Stelle erstreckt, wo es entstanden ist, sondern

dern schon in das obere Stock vorgedrungen ist, muß man mit der tragbaren Sprütze das Löschen da anfangen, wo das Feuer seinen Ursprung genommen hat, um hernach zu den oberen Theilen des Brandes fortzugehen. Jeder Brand wird allezeit am schnellsten gelöscht werden, wenn man von unten anfängt; denn sonst wird oft das, was oben an einem Gebäude gelöscht ist, durch die Flammen, die aus den niedrigeren Theilen aufsteigen, von neuem wieder angezündet. Eine solche Sprütze, als ich gebraucht habe, kann leicht die Treppen hinaufgetragen, und überall nahe an das Feuer gebracht werden: sie ist deßwegen, so lange der Brand nicht so weit überhand genommen hat, daß solches unmöglich ist, ein viel geschickteres Werkzeug, als die gewöhnliche große Brandsprütze, um das Feuer auf eine ordentliche Art, und also am sichersten und schleunigsten zu löschen.

3) Wenn auch das Feuer sich zur Seite weiter ausgebreitet hat, als die Stelle, wo es entstanden ist, so muß man da beginnen, wo er am heftigsten ist, und allezeit in die stärkste Gluth geradezu hineinsprützen, so, daß das Wasser immer das berühre, woraus die Flamme hervorkommt. Nie sollte man sich durch die Heftigkeit des Feuers abschrecken lassen. Man erinnere sich meines ersten Versuchs vom 8ten May, wo das Feuer von allen Zuschauern für unauslöschlich gehalten wurde, und welches doch in wenig Minuten durch fünf Eymer Wasser gelöscht wurde.

Man kann sich zu Folge meiner Versuche darauf verlassen, daß, um in allen Fällen das Feuer zu löschen, man nur auf die brennende Stelle so viel Wasser zu bringen braucht, daß die Oberfläche dadurch berührt wird. Dies ist alles, was zum Brandlöschen erfordert wird, von welcher Art auch die Brennstoffe seyn mögen. Es haben ja meine Versuche mit dem Löschen angesteckter

Theerfässer — auf einander gethürmter Pechkränze — mit einer Mischung von Pech und Theer überzogener Bienenkörbe — angezündeter brennender Oele und dergleichen, hinlänglich gezeigt, daß die brennbarsten Stoffe sogar mit sehr wenigem Wasser gelöscht werden können, wenn nemlich nur die Oberfläche der brennenden Stoffe, so weit daraus die Flamme hervor kommt, mit dem Wasser erreicht werden kann.

Um allen meine Meynung betreffenden Mißverständnissen vorzubeugen, halte ich für nöthig hinzu zu fügen, daß ich durch mein Anrühmen der kleinen oder tragbaren Brandsprützen den Gebrauch der gewöhnlichen großen Brandsprützen keinesweges ganz abrathen will. Wenn ein Gebäude von beträchtlicher Höhe so weit durch das Feuer angegriffen ist, daß es nicht mehr angeht, eine tragbare Sprütze nahe an das Feuer zu bringen, so wird man mit mehr Vortheil von den gewöhnlichen großen Brandsprützen Gebrauch machen können.

Beym Gebrauch der großen Sprützen wird es auch besser gelingen, wenn man das zu Herzen nimmt, was meine Versuche gelehrt haben. — 1) Daß kein Feuer, von welchem Brennstoff es auch seyn möge, unlöschbar sey: daß man deßwegen nie, das, was einmal brennt, muß brennen lassen; und daß man also nie die Sprützen allein zur Beschützung der nächsten Gebäude gebrauchen muß, wie es aus dem schädlichen Vorurtheil der Unlöschbarkeit bey einem heftigen Brande oft geschehen ist. — 2) Daß man damit anfangen muß, gerade in die stärkste Gluth zu sprützen, und daß man immer das Wasser zuerst dahin bringen muß, wo die stärksten Flammen hervorlodern, und daß man hierauf, wie oben gesagt ist, nach der Ordnung fortfahre. — 3) Daß man mit dem Löschen, so viel wie möglich, von unten anfange.

Nach-

Nachdem meine Versuche bewiesen haben, wie sehr eine kleine oder tragbare Brandsprütze dazu geschickt ist, einen sehr heftigen Brand in kurzer Zeit zu löschen, so ist es zu wünschen, daß man allgemein auf Mittel bedacht sey, um sie überall in den Städten bey der Hand zu haben und auch die Dörfer damit zu versehen, und daß der geringe Preis einer solchen Sprütze, nemlich 12 Ducaten, viele begüterte Leute, und vorzüglich die Eigenthümer von Fabriken, worin Brennstoffe gebraucht werden, antreiben möge, zum Schutze ihrer eigenen Besitzungen, und zum Dienste ihrer Nachbarn, solche tragbare Brandsprützen in ihren Häusern oder Fabriken anzubringen. Im Januar 1795 habe ich bereits einen Plan entworfen, nach welchem man jedes Quartier mit sehr geringen Kosten und zum allgemeinen Nutzen eines jeden Einwohners, mit einer solchen Sprütze versehen könnte. Wahrscheinlich wird man an einigen Orten hiezu noch einen viel bequemeren Weg einschlagen können, wenn man hiezu solche Gelder gebrauchte, die sonst nur unnütz angewendet werden. Solche Quartierbrandsprützen müßten (wie man es hier in der Stadt schon in einigen Quartieren gethan hat) in einem Kasten an der Straße gestellt werden, wozu jeder Einwohner des Quartiers einen Schlüssel hätte, damit ein jeder, so bald Feuer in seinem Hause entsteht, zu der Quartierbrandsprütze ohne Zeitverlust gelangen kann.

Da schon eine solche tragbare Brandsprütze in der Behandlung so bequem ist, daß ein jeder, der nur Einmal ihren Gebrauch gesehen hat, sie handhaben oder regieren kann, so wird es nützlich seyn, daß jede Quartierbrandsprütze ein oder mehrmal des Jahrs durch die Viertelmeister oder Aufseher des Quartiers untersucht werde, und daß alle Bewohner des Quartiers, zu dieser Untersuchung eingeladen werden, um die einfache Be-

handlung der Sprütze kennen zu lernen; und damit also ein jeder desto besser im Stande seyn möge, so bald Feuer bey ihm oder bey seinen Nachbarn entsteht, davon den besten Gebrauch zu machen.

Tragbare Brandsprützen, die zu Quartierbrandsprützen dienen können, werden wahrscheinlich an verschiedenen Orten zu haben seyn, da man seit langer Zeit Handbrandsprützen von verschiedener Form gemacht hat. Meine Sprütze ist schon 1778 von dem Bürger J. Paauw, vormaligen physikalischen Instrumentenmacher zu Leiden, gemacht. Eben diese Sorte wird jetzt hier verfertigt bey dem Brandsprützenmacher J. Overbeck. Man wird auch sonst wohl leicht tragbare Brandsprützen finden, von allerhand Formen, die eben so gut zu diesem Zwecke gebraucht werden können. Dieselben müssen folgende Erfordernisse haben: 1) Daß sie durch einen Mann getragen und regiert werden können; 2) daß sie einen anhaltenden Strahl geben, durch ein Sprützenloch von $\frac{1}{4}$ Zoll; 3) daß das Wasser dadurch zur Höhe und in einer Entfernung von 40 Fuß gebracht werden kann, wie es durch die von mir gebrauchte Sprütze geschieht.

Haarlem, den 10ten Junius 1797.

M. van Marum.

5.

Schreiben des Herrn Oberbergraths von Humboldt an Herrn van Mons in Brüssel über den chemischen Prozeß der Vitalität *).

Ich habe neuerlich verschiedene Briefe an Herrn Dolomieu und Fourcroy nach Paris abgehen lassen; ich sehe aber aus denen, welche mir der erstere geschrieben hat, daß sie verlohren gegangen sind. Erlauben Sie daher, daß ich mir die Freyheit nehme, mich an Sie zu wenden. Durch Ihre Vermittelung kann ich vielleicht einige nähere Erläuterungen über Thatsachen nach Paris gelangen lassen, die, wie ich weiß, das Nationalinstitut beschäftigen. Empfangen Sie zugleich die Versicherungen meiner Hochschätzungen, die ich längst schon wegen Ihres Eifers und Ihrer Entdeckungen in der Chemie für Sie hege. Die Naturforscher Europens sollten nur Eine Familie ausmachen; man nähert sich einander leicht, wenn man nur einerley Zweck hat.

Sie

*) Aus dem französischen Manuscript übersetzt.

Sie kennen vielleicht meine Versuche über die Pflanzenphysiologie, wie meine Aphorismi ex doctrina physiologica chemica plantarum, die meiner Flora subterranea fribergensis angehängt sind, und verschiedene Abhandlungen, die ich dem Nationalinstitut vorgelegt habe. Der Versuch über die Würkung der oxigenirten Salzsäure auf die vegetabilische und thierische Faser, die in dem Magasin encyclopedique de Millin, Noel et Warens abgedruckt ist, scheint den mehresten Erfolg gehabt zu haben. Ich freue mich, daß Vauquelin und mein Freund Dolomieu meine Versuche zu wiederholen angefangen haben. Da die beym Nationalinstitute abgelesene Abhandlung sich hauptsächlich nur auf das Keimen der Pflanzen beschränkte, so halte ich es für nöthig, Sie mit den noch auffallendern Thatsachen in Ansehung der thierischen Faser bekannt zu machen. Der stärkste Reitz der Nervenfiber ist der von Alkalien; und es scheint, daß das Azote dieser Salze dieselben in dem irritabelen und sensibelen Systeme die Rolle spielen läßt. Man lege einen Froschschenkel in oxygenirte Salzsäure oder Salpetersäure; er bleibt unbewegt. Man lege ihn in eine Auflösung von Pottasche oder Soda, und man nimmt sogleich eben so starke Zusammenziehungen wahr, als ob er durch Metalle irritirt worden wäre. Immer werden Sie die Bewegung von unten anfangen sehen. Erst bewegen sich die Fußzehen, hernach die Gastrocnem-Muskeln, dann der Schenkel. Wenn der Nerve recht empfindlich ist (man braucht nur das Ende des Cruralnerven in Oleum tartari per deliquium zu legen), so endigen sich die Zusammenziehungen mit einer Spannung oder gänzlichen Erstarrung. Der Vorderfuß erhebt sich senkrecht; die Haut an den Füßen wird ausgespannt, und es kömmt Tetanus. In dieser Lage nun scheint alle Reitzbarkeit der Faser vernichtet zu seyn. Lasse ich einen electrischen Schlag auf die gespannten Fußzehen

zehen gehen, so wird diese Vernichtung reel. Es ist ein schönes Phänomen in diesem Augenblick den Tetanus bis auf den letzten Rest verschwinden zu sehen. Es giebt aber ein anderes Mittel, wodurch der Tetanus verschwindet, und wodurch ich den Organen die Reitzbarkeit wieder geben kann. Es scheint, daß die sauerfähigen Grundlagen der Alcalien, (hauptsächlich das Azote,) allen Sauerstoff in der Faser aufgezehrt haben; der chemische Prozeß der Vitalität hört auf. Lasse ich aber Säuren z. B. Salpetersäure auf den Nerven laufen, so entsteht ein Aufbrausen; ein Theil des Alcalis wird latent, und der Rest hat nun ein gehöriges Verhältniß zum Sauerstoffe. Von diesem Augenblicke an erscheinen die Zusammenziehungen wieder beym Contact mit Zink und Silber. Vermehren Sie die Masse der Säure, und Sie schwächen von neuem die Bewegungen. Während so die thierische Faser zwischen dem Azote des Alcali und dem Sauerstoff der Säuren schwankt, können Sie den Organen die Reitzbarkeit drey- bis viermal nehmen und wieder geben. Sie sehen leicht, daß diese Art von Versuchen eine fortdaurende Aufmerksamkeit erfordet. Bey ihrer Wiederholung kann der Grad der Empfindlichkeit, in welchen man den Nerven versetzt, sehr verschieden getroffen werden. Man kann genau die Beschaffenheit der chemischen Wirkungsmittel, ihr Gewicht, ihre Temperatur bestimmen, und doch können die Versuche damit nicht gelingen. Warum? Weil es Bedingungen dabey giebt, die sich auf die Individualität der Organe beziehen, und worüber wir noch unsere tiefe Unwissenheit gestehen müssen.

Der Einfluß der oxygenirten Salzsäure auf die thierische Faser ist weniger auffallend, als der der Alcalien; er bleibt aber dem ohngeachtet immer wichtig. Ich legte die Hinterfüße eines Frosches (ich nenne dies Thier vorzugsweise, ob ich gleich die Versuche auch mit andern

dern Arten von Thieren gemacht habe) in eine Auflösung des Opiums in Alcohol. Die Metalle oder der Galvanismus erregten darin keine Bewegung weiter. Ich warf nun den einen Fuß in reines Wasser, den andern in oxygenirte Salzsäure. Der erstere blieb unbeweglich; der zweyte hingegen gab wieder starke Zusammenziehungen, und zeigte, daß seine Reitzbarkeit wieder hergestellt war. Die gemeinen Säuren unterdrücken die Reitzbarkeit der Nervenfiber. Ein durch gewöhnliche Salzsäure unempfindlich gemachter Cruralnerve bleibt unempfindlich, wenn man ihn auch in die Auflösung der Pottasche legt. Aber die Mineralsäuren erhöhen die Muskelkräfte, indem sie die Elemente der Muskelfaser verdichten. Es ist mit Säuren, wie mit der Kälte; diese unterdrückt die Nerven und verstärkt die Muskeln. Die Muskeln und Nerven haben spezifische Reitze, der Verschiedenheit ihrer Elemente gemäß. Die fürchterliche Action der Alkalien auf die Nerven scheint uns die Wirkung der Secretion der Saamenflüßigkeit im Blute zu erklären. Eben dies in dem ganzen Systeme verbreitete Alkali dient zum wohlthätigen Stimulus für die thierische Faser. Aus ihm erkläre ich mir die Wildheit fischessender Völker. — Mein älterer Bruder, der in dem Studium der Anatomie sehr geübt ist, brachte Zink und Silber an das Maul und das Gehirn eines todten Fisches; er gab keine Bewegung von sich. Ich goß oxygenirte Salzsäure auf die Nerven, und in eben dem Augenblicke wurden die Zusammenziehungen sehr stark. Herr Herz und mehrere Gelehrte von Berlin waren bey diesen und mehrern andern Versuchen gegenwärtig. Das Herz eben dieses Fisches, das durchaus zu schlagen aufgehört hatte, fieng die Bewegung wieder regelmäßig an, als ich es in oxygenirte Salzsäure gelegte hatte. Eben dieser Versuch gelang mehrere male mit Froschherzen. Ein in Pottaschauflösung gelegtes Herz verlohr seine Reitzbarkeit auf immer; auch

auch ist das Azote kein spezifischer Stimulus fürs Herz. Ich ersuche Sie, die Aufmerksamkeit des Herrn Vauquelin auf die Action des Schwefelalkali auf die Nerven zu lenken. Ich wunderte mich über alles das, was ich sahe. Zwey sehr reitzfähige Froschschenkel wurden in die Auflösung von Schwefelalkali gelegt. Ich versuchte daran nach 3 bis 4 Minuten den Metallreitz; die Contractionen waren sehr verstärkt; sie waren convulsivisch. Es schien, daß die drey säurefähigen Grundlagen in der Auflösung, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel, stark auf den Sauerstoff des arteriösen Bluts wirkten. Diese Action belebt den Prozeß der Vitalität. Nach 14 bis 16 Minuten wurde der ganze Schenkel schwarzbraun. Aller Sauerstoff des Bluts war davon eingesogen, und der wasserstoffhaltige Kohlenstoff (Carbure d'hydrogène) erschien im freyen Zustande. Der Zink und das Silber waren nicht im Stande, die mindeste Bewegung zu erregen. Man würde sich indessen sehr irren, wenn man glauben wollte, daß die ganze Reitzbarkeit vernichtet sey. Ich sahe die Contractionen mehrere male wieder zum Vorscheine kommen, da ich der Faser durch Hülfe einer Auflösung von Arsenikkalk den Sauerstoff wieder gab. Man erweckt die Flamme wieder, die schon zu verlöschen scheint. Dieser Arsenikkalk bewirkt einen Tetanus, eine vollkommene Unempfindlichkeit, wenn ein Nerv lange darin eingeweicht liegt. Es scheint, daß der zu viele Sauerstoff, so zu sagen, die sauerfähigen Grundlagen, welche den chemischen Prozeß der Vitalität unterhalten, verschlucke. Ich warf den ganzen Schenkel in eine Auflösung von Pottasche, und beobachtete, daß jetzt der Galvanismus wiederum Bewegungen erregte. Sie sehen also, mein Herr, welche unermeßliche Anzahl von Versuchen über diese Gegenstände der Lebenschemie zu machen sind. Es ist genug, die Methode, den Grad der Reitzbarkeit der organischen Theile vermittelst des Gal-

Galvanismus zu messen, angezeigt zu haben. Ich werde die Ehre haben, Ihnen mein Werk über die Nerven- und Muskelfaser und über den chemischen Prozeß der Vitalität zu schicken. Ich sammle Thatsachen, und bin gegen meine eigenen hypothetischen Ideen mißtrauisch. Sie bemerken mit mir, wie sehr man Unrecht hat, anzunehmen, daß der Sauerstoff die erste Rolle in dem Prozesse der Vitalität spiele. Meine Versuche beweisen, daß die Reizbarkeit oder der Ton der Faser nur von dem reciproken Gleichgewichte zwischen allen Elementen der Faser, dem Stickstoffe, dem Wasserstoffe, u. s. w., abhängt. Die chemischen Verbindungen des Phosphors und des Stickstoffs z. B., scheinen eben so wichtig zu seyn, als die des Sauerstoffs mit den sauerfähigen Grundlagen. Welches Licht werden Sie, und die Fourcroy und die Vauquelin, über diese Gegenstände verbreiten!

Nachschrift.

Ich hatte für diesen Winter noch einige Frösche aufgehoben, und habe eben diesen Morgen einige Versuche wiederhohlt, wovon ich Ihnen noch die näheren Umstände melden will. Ich sage in dem vorstehenden Briefe, daß, weil wir die Principien der Lebenschemie nur oberflächlich kennen, wir uns nicht wundern dürfen, wenn wir nicht immer dieselbigen Resultate erhalten. Ein negativer Versuch beweist nichts gegen einen affirmativen. Ich bin gewiß, daß man niemals sehen wird, daß ein durch Alcohol unempfindlich gemachter Nerve seine Reitzbarkeit durch Schwefelalkali wieder erhalten wird. Hier einige Thatsachen, die ich so eben seit einer Viertelstunde wahrgenommen habe. Ich nahm die vier Extremitäten eines sehr lebhaften Frosches. Der rechte Vorderfuß hüpfte auf Zink und Silber. Ich legte ihn eine Minute lang

lung in Alcohol. Das Hydrogen würkte stark auf die Faser. Die Zähen des Fußes zitterten in der ersten Minute. Bald nachher kam eine totale Erstarrung. Der Muskel wurde weiß, da das Blut wahrscheinlich seinen Sauerstoff verlohren hatte. Ich brachte wieder Zink und Silber an. Nicht die mindeste Zusammenziehung! Ich eilte, ihn in oxygenirte Salzsäure zu werfen, die ich vorher stark geschüttelt hatte. Die Gliedmaßen blieben drey Minuten lang darin. Ein schwaches Erzittern der Muskeln zeigte in der Tasse selbst die Wiederherstellung der Lebenskräfte. Ich legte den Fuß nun wieder auf die Metalle. Die Contractionen kamen wieder, und zwar nicht blos mit Zink und Silber, sondern sogar mit Zink und Eisen. Dies ist, dünkt mich, eine einfache und sehr entscheidende Erfahrung. Ich wechselte nun mit der Methode ab, um den Effect davon zu sehen. Ich nahm den linken Schenkel. Ich ließ ihn neun Minuten in Alcohol. Er hatte alle Reitzbarkeit verlohren, und die oxygenirte Salzsäure war nicht im Stande, die Lebenskräfte wieder herzustellen. Der linke Vorderfuß war 15 bis 18 Minuten hindurch unberührt geblieben. Ich brachte an seinen Nerven Zink und Silber, aber er zeigte nur schwache und langsame Zusammenziehungen. Ich warf ihn in Alcohol. Nach der ersten Minute hatte seine Reitzbarkeit zugenommen. Der Galvanismus würkte weit stärker *). Aber nach drey Minuten war alle Reitzbarkeit vernichtet, und ich versuchte die oxygenirte Salzsäure vergeblich. Ich legte den Fuß in die Auflö-

*) Sollte man denn aber aus der stärkeren Würkung eines spätern Reitzungsmittels immer nur auf Zunahme der Reitzfähigkeit, und nicht vielmehr auf stärkere Intensität der Würkung des neuen Reitzes, schließen dürfen, und umgekehrt? Dieser Gesichtspunkt ist doch wahrlich nicht zu übersehen.

Anmerk. des Uebers.

sung von Arsenikkalk, und nun gab er Contractionen, aber sehr schwache. Hier sind vier Versuche, von denen zwey gelangen, und zwey die Lebenskräfte nicht wieder erweckten. Ich glaube, daß man nach einer guten Logik sich doch an die affirmativen Versuche halten müsse. Untersuchen Sie die Bedingungen, und Sie werden sie sehr verschieden wahrnehmen. Der linke Schenkel blieb sehr lange (9 Minuten lang) in Alcohol. Der rechte Fuß war schon sehr schwach als der Versuch anfieng. Wer könnte sich rühmen, von den Todten aufzuerwecken! Wenn von zwey Chemisten der eine beym Erhitzen des rothen Quecksilberkalks Sauerstoff erhielt, und der andere nichts, so würden wir doch immer glauben, daß der Apparat des letztern nicht luftdicht gewesen sey. Ich sehe niemals bey einem, durch Alcohol unempfindlich gemachten, Organe die Reitzbarkeit wiederkehren, wenn es sich selbst überlassen blieb. Also muß bey den Ihnen gemeldeten Versuchen, dergleichen mein Werk noch eine große Anzahl enthält, der Sauerstoff der oxygenirten Salzsäure eine Rolle gespielt haben *). — Die Medicin wird

*) Was berechtigt denn aber hier gleich zu dem Schluß, daß nur der Sauerstoff die Rolle gespielt haben müsse? Geht denn in der Faser dabey nichts weiter vor, als daß sie mehr Sauerstoff empfängt? Kann man behaupten, daß ihr kein Kohlenstoff, kein Wasserstoff, kein Phosphor, durch den Sauerstoff entzogen werde? Und darf man aus so unvollkommenen Versuchen gleich auf das, Wie, mit Bestimmtheit schließen? Warum soll man sich nicht vorerst dabey beruhigen, nur die Gesetze der Lebenskraft zu erforschen, und also nur bey der Thatsache stehen bleiben, daß die oxygenirte Salzsäure für die reitzbare Faser noch ein Reitzungsmittel sey, wenn mehrere andere Substanzen es nicht mehr sind? — In Ansehung des angeführten Maaßes für die Reitzfähigkeit, (nemlich des Galvanismus,) ist auch noch zu erinnern, daß die heterogenen Metalle an die reitzfähige Faser für sich angewandt ein anderes Reitzungsmittel dem

wird unendlich gewinnen, wenn man sich bestrebt, die Phänomene zu beobachten, welche die verschiedenen Elemente in Berührung mit der reizbaren Faser hervorbringen. Man muß von einfachen Verbindungen ausgehen, und zu den zwiefachen, dreyfachen und vierfachen fortschreiten.

Ja habe dem Nationalinstitute eine Abhandlung über die Natur des Lichtes und seine chemischen Verbindungen geschickt. Wedgwood behauptet, daß die Phosphorescenz calcinirter Körper im Wasserstoffgas und Stickgas keine Aenderung erleide. Ich glaube, daß er diese Gasarten nicht so gereinigt angewendet hat, als ich es vermittelst des Phosphors gethan habe. Ich sahe das leuchtende faule Holz in Stickgas und Wasserstoffgas nicht weiter leuchtend. Etwas Sauerstoff aber in die Glocke gebracht, erweckte das ganze Leuchten wieder *). — Auch habe ich die Morcheln (Phallus esculentus) in eine talgähnliche Substanz durch Hülfe der schwefelichten Säure verwandelt, und daraus auch Seife gemacht.

Bayreuth, den 29sten Dec. 1796.

von Humboldt.

dem Grade nach sind, als wenn sie an die von oxygenirter Salzsäure noch feuchte Faser applicirt werden.

Anmerk. des Uebers.

*) Spalanzani hat eben diese Phänomene beobachtet, und was noch wichtiger ist, er sahe, daß die phosphorischen oder leuchtenden Thiere in Stickgas, Wasserstoffgas und kohlensaurem Gas zu leuchten aufhörten, und daß sie ein viel lebhafteres Licht im Sauerstoffgas, als in atmosphärischer Luft verbreiteten. (Esame chimico degli esperimenti del Prof. Goettling. Modena 1796.)

Amerk. von van Mons.

6.

Auszug eines Briefes

des

Herrn Fourcroy

zu Paris

an Herrn van Mons

in Brüssel

in

Beziehung auf das vorstehende Schreiben des Herrn Oberbergraths von Humboldt, den chemischen Prozeß des thierischen Lebens betreffend *).

Paris, den 11ten Germinal. 5.

— — Ich glaube, daß Herr von Humboldt etwas zu schnell in seinen Erklärungen geht; und es ist sehr zu fürchten, daß er genöthigt ist, wieder zurück zu treten. Er läßt zu viele Hypothesen zu; er vervielfältigt nicht genugsam jede Erfahrung, ehe er einen Schluß daraus zieht. Dies ist aber insbesondere für die thierische Physik noch weit wichtiger, als für die andern Zweige der Naturwissenschaft, weil sie mit Schwierigkeiten ohne Zahl und mit vielfachen Quellen zum Irrthum und zur Täuschung umgeben ist. Ich fürchte, daß, wenn einige Chemisten so fortfahren, sich so sehr zu drängen (de se presser autant), die Aerzte bald Ursach haben, gegen diese Anmassung

*) Aus dem französischen Manuscript übersetzt.

sung (empietement) der Chemie zu schreyen. Wenn man sich mit den Erklärungen so sehr übereilt, wenn man darin alles Maaß und Ziel überschreitet, wenn man so viele willkürliche Voraussetzungen zusammenrafft, so kann es sich vielleicht ereignen, daß man sie noch einmal von Seiten der Heilkunst ganz verwirft, wie Stahl und Boerhave selbst zu thun genöthigt waren, eben wegen des übertriebenen und abusiven, und blos hypothetischen Gebrauchs, den Tachen, Willis u. a. davon gemacht hatten. Die zu große Eil hierbey kann der Chemie und Medicin gleich schädlich werden, und die Fortschritte aufhalten, welche die erstere der leztern machen lassen kann und muß. Herr Girtanner und Valli scheinen in dieser Gattung von ihrem Wissen und ihren Kenntnissen besonders auch Mißbrauch zu machen. Sie lassen sich durch sinnreiche Ideen, welche die moderne Chemie ihnen darbietet, verleiten. Alles dies hindert mich nicht, die Versuche des Herrn von Humboldt sehr interessant zu halten, und zu wünschen, daß er sie mit Beharrlichkeit fortsetze; aber ich würde auch verlangen, daß er sie mehr abändere, daß er jeden insbesondere mehr wiederhohle, und daß er in seinen Folgerungen gemäßigter sey. Ich kann ihnen nicht sagen, wie viele und neue Ideen, wie viele, sehr wahrscheinliche, chemische Erklärungen mir seit einigen Jahren, seitdem ich mich mit der thierischen Analysis beschäftige, eingefallen sind, so, daß ich damit die ganze Ansicht der Physiologie und Medicin umändern könnte; ich hüte mich aber wohl, sie bekannt werden zu lassen, ehe ich sie durch die Erfahrung gehörig befestiget und erwiesen habe. Ich würde zwey Wissenschaften auf einmal compromittiren. Ich will in dieser Art nichts wagen. Ich gehe sachte, und ich hoffe, daß ich mit der Zeit anfangen werde und daß mein Gang recht sicher seyn wird. Ich bin sehr neugierig, das Werk des Herrn Hildebrandt, wie das des Herrn von Humboldt

boldt zu sehen, so hastig sie mir auch bey ihren chemischen Erklärungen des vegetabilischen und thierischen Lebens zu seyn scheinen. Warum sollte ich mich überreden, daß sie nicht weiter, als wir hier, in der Zergliederung und wahren inneren Kenntniß der Stoffe dieser beiden Reiche gekommen wären? Ich lobe ihren Eifer und ihren kühnen Gang recht sehr; aber sie werden uns wegen unserer bedächtigen Zurückhaltung und unserer klugen Langsamkeit nicht schmähen (blamer). Es ist viel, auf der Naturreise schnell und stark vorwärts zu gehen; aber es ist noch mehr, gut zu beobachten, gut zu sehen, und andere gut erkennen zu lassen, was sich auf dem Wege findet. Ich bin noch auf der Reise, und ich gestehe, daß ich noch bey Weiten nicht an den Ort gelangt bin, wohin ich zu gehen strebe. — Die jungen Leute folgen mit Anstrengung bey meinem Cursus über die thierische Chemie bey der Ecole de santé; sie drängen sich haufenweise hinzu; das Amphitheater ist gedrängt voll; nichts gleicht ihrer Lehrbegierde. Die 20 Lectionen, die ich über die thierische Chemie halte, geben, wie ich sehe, diesem Theil des Studiums der Natur einen großen Antrieb; ich halte mich aber selbst zurück; ich will ihn nicht zu sehr beschleunigen, aus Furcht, diese schöne Maschine zwischen meinen Händen zu zerbrechen. Es würde ein großer Schade seyn, so reiche und so glückliche Hoffnungen im Rauch vergehen zu sehen. Dies wird ganz gewiß erfolgen, wenn man das Gebäude aus Hypothesen errichten, und zu sehr zum Bau desselben eilen will, wenn man noch nicht genug Materialien hat. Ich sammle diese nach und nach, aber es fehlt mir noch viel, um den Bau zu wagen. Ich glaube indessen, daß wenige Chemisten mehr Thatsachen über die thierische Analysis besitzen, als ich; aber diese sind lange noch nicht genug einander nahe gebracht, noch nicht genug geeignet, um ein ganzes Monument zu errichten, worauf das aere perennius paßte. — —

Vau-

Vauquelin und ich haben bey der Ecole de pharmacie zwey Abhandlungen vorgelesen, welche die Action der concentrirten Schwefelsäure auf die vegetabilischen und thierischen Materien betreffen. Wir zeigen darin, daß der starke Hang derselben zum Wasser, und die Kraft, mit welcher sie dessen künstliche Zusammensetzung auf Unkosten der Grundstoffe organischer Materie bewirkt, jene Wirkung hervorbringt; daß die Bildung des Wassers, der Pflanzensäure, (und bey thierischen Stoffen des Ammoniaks) von der Störung des Gleichgewichts zwischen den Grundstoffen herrührt, und daß sich fast reiner Kohlenstoff niederschlägt. Hat man das Gemisch nicht erhitzt, so findet man die Schwefelsäure unzersetzt wieder, vermischt mit Wasser, Essig, und Kohle. Hierdurch erklären wir die Entstehung des Aethers, die bisher so schwierig und so dunkel war. Sie werden unsere beiden Abhandlungen in den Annalen finden.

Gruß und unverletzliche Freundschaft.

Fourcroy.

7.

Abhandlung
über
den relativen Zusammenhang holer fester Körper,
von
Herrn Prof. Schmidt
in Gießen.

Die Gesetze des relativen Zusammenhangs fester prismatischer Stäbe und Parallelopipeden, sind durch Muschenbroeck's treffliche Versuche, und was die Hölzer anbetrifft, durch Büffons mehr im Großen angestellten Erfahrungen so entwickelt worden, daß fast nichts mehr zu wünschen übrig bleibt. Dahingegen liegen die Gesetze des relativen Zusammenhangs hohler fester Körper noch in Dunkeln, wohl zu verstehen, ich rede hier nicht von der Stärke hohler Körper (cylindrischer Röhre und dergl.), welche einer von innen nach aussen auf sie wirkenden Kraft widerstehen sollen, sondern von dem Widerstande hohler Körper, wenn sie durch eine äussere Kraft in horizontaler Lage gebrochen werden. Die Kenntniß der Stärke massiver fester Körper ist freilich ungleich wichtiger, als die Kenntniß der Stärke hohler Körper, aber diese ist deswegen doch nicht zu vernachlässigen, da sie durch ihre Anwendung, in der Architectur dereinst nicht mindern Nutzen stiften kann, als jene geleistet hat. Die englischen Künstler bedienen sich bereits mit vielem Vortheil hohler cylin-

cylindrischer Röhren statt massiver Stäbe bey der Verfertigung physischer und mathematischer Instrumente, indem sie dadurch den Werkzeugen, bey der nöthigen Stärke, eine größere Leichtigkeit verschaffen. Ich gestehe, daß mich gerade dieser Umstand bewog, Untersuchungen über den relativen Zusammenhang hohler fester Körper anzustellen. In der Architectur ist die Kenntniß der Stärke der hohlen Parallelopipeden wichtiger als der hohlen Cylinder, weil jene wegen ihrer bessern Lagerhaftigkeit vor diesen den Vorzug verdienen.

Ich fing daher meine Untersuchungen mit der Stärke hohler Parallelopipeden an. Ich gehe von dem bekannten Satz aus, wenn b, h, l Breite, Höhe und Länge, C aber die absolute Cohäsion eines Parallelopipedums bedeuten, daß die relative Cohäsion, oder die Kraft, welche nöthig ist, den an beiden Enden in wagrechter Lage unterstützten Körper in der Mitte zu brechen, $R = 4. \frac{C. \frac{1}{2} h}{l}$ sey. Die absolute Cohäsion ist dem Querschnitt des Körpers proportional, man kann daher für C auch b h schreiben. Dies giebt $h = \frac{4 b h. \frac{1}{2} h}{l} = \frac{2 b h^2}{l}$.

Würkt die brechende Kraft an dem einen Ende des Parallelopipedums, das blos am andern Ende unterstützt ist, so hat man $R' = \frac{b h. \frac{1}{2} h}{l}$.

Dieser Satz gründet sich bekanntlich auf die Voraussetzung, daß der Mittelpunkt der Cohäsion in dem Schwerpunkt des brechenden Queerschnittes liegt, und folglich der Hebelarm der Cohäsion durch $\frac{1}{2}$ h, der Hebelarm der Kraft R′ durch C ausgedruckt wird. Die Erfahrung

recht-

rechtfertiget die Voraussetzung bey den massiven Parallelopipeden vollkommen. Die absolute Cohäsion bleibt jederzeit dem Queerschnitt des Körpers proportional, die Gestalt desselben mag seyn, welche sie will. Es kommt also bey der Bestimmung des relativen Zusammenhangs hohler Körper blos auf die Bestimmung des Mittelpuncts und des Hebelarms der Cohäsion an. a b c d fig. 1. T. IV. sey der senkrechte Queerschnitt eines hohlen Parallelopipedums, das um die wagrechte Linie d c gebrochen werde.

Nimmt man an, alle physische Punkte des Queerschnittes drehen sich, indem sie zerreißen, um d c, so ist f der Mittelpunct der Cohäsion und f e ihr Hebelarm. Dies gäbe den Widerstand der Cohäsion $= C . fe$, oder für C den Queerschnitt, welcher $= S$ heißen mag, geschrieben, den Widerstand $S . fe = S \frac{1}{2} h$, wenn $bc = h$ ist. Wäre a b c d massiv und der Queerschnitt des massiven Körpers $= S'$, so hätte man den Widerstand des massiven Körpers $= S' . \frac{1}{2} h$. Die Festigkeiten hohler und massiver Parallelopipeden von gleichen Höhen verhielten sich wie die Queerschnitte. So betrachtete ich anfangs die Sache, bis mich die gleich anzuführenden Erfahrungen eines andern belehrten. Sie zeigen, daß die Stärke eines hohlen Parallelopipedums so berechnet werden muß, als wenn die Theile, woraus es zusammengesezt ist, einzeln gebrochen werden sollten. Dies giebt den Hebelarm der Cohäsion für die beiden hohen Stücke, b c, a d $= fe$, die beiden Queerstücke k l, h i $= \frac{1}{2} ge$, folglich den gesammten Widerstand der Cohäsion geringer als nach der obigen Formel. Der nachstehende Versuch wird dies näher erläutern.

Erster Versuch.

Ich ließ mir zwey Parallelopipeden aus einem Stück sauberem, nicht ganz alten Eichenholz, dessen specifisches Ge-

Gewicht 0,739 war, verfertigen, ein hohles und ein massives. Beide waren zwey pariser Fuß zwey Zoll lang. Der Querschnitt des massiven hatte 6 Linien in der Breite und Höhe, die Dimmensionen des Queerschnittes des hohlen waren wie folgt. Die Breite dc (fig. 1 Tab. IV.) betrug 6, die Höhe bc 10 Linien; die Holzstärke der beiden hohen Seitenstücken ad, bc nach der Richtung cm war 1 Linie; die Holzstärke der beiden Queerstücke nach der Richtung im war 2 Linien. Die Fugen der einzelnen Theile waren gut zusammeugepasset und geleimt. Nach den angegebenen Dimmensionen sollte der Queerschnitt des hohlen Parallelopipedums so groß seyn, als des massiven; da mir aber der erste stärker schien, so wog ich beide Körper, und fand das Gewicht des hohlen 7 Loth, des massiven 6 Loth. Ich schrieb das Verhältniß der Gewichte der Körper von gleicher Länge, für das Verhältniß der Queerschnitte. Beide Körper wurden an ihren Enden in horizontaler Lage einen Zoll lang unterstüzt, und in ihrer Mitte nach und nach durch angehängte Gewichte so lange beschweret, bis sie brachen.

Das massive Parallelopipedium		Das hohle Parallelopipedium	
trug Pfund Cöln.	Biegung	trug Pfund Cöln.	Biegung
12,5 —	0,23 Zoll	29, —	0,20 Zoll
18,5 —	0,35 —	43, —	0,40 —
29, —	0,75 —	64,5 —	0,70 —
43, —	1,25 —	74,5 —	2,90 —
55, —	1,60 —	85, —	1,40 —
64,5 —	2,30 —	brach.	
65,5 —	brach.		

Fig. 2. und fig. 3. zeigen den Bruch des massiven und des hohlen Parallelopipedum von der Seite angesehen. Wegen der Biegung vor der Brechung verkürzte

sich

sich der Hebelarm des brechenden Gewichtes bey dem massiven Parallelopipedium von 12 Zoll auf 11,3, bey dem hohlen auf 11,9 Zoll; reducirt man die Gewichte wieder auf den anfänglichen gemeinschaftlichen Hebelarm von 1 Fuß, so erhält man für die Stärke des massiven 61,7 Pfund, für die Stärke des hohlen Parallelopipedums 84,6 Pfund. Berechnet man die Stärke des hohlen Parallelopipedums aus der Stärke des massiven, und setzt sie gleich dem Hebelarm der Cohäsion, so erhält man

$$6. 33 : 7. 5 = 61,7 : 119,9 \text{ Pfund,}$$

zu groß nach dem Versuch. Dahingegen giebt die Stärke der einzelnen Theile des hohlen Parallelopipedums

$$2. 1. 10. 5 + 2. 4. 2. 1 = 116$$

wenn die Stärke des massiven $= 6. 6. 3 = 108$ ist. Jene Zahl noch um $\frac{1}{6}$ vermehret, weil der Queerschnitt des hohlen Parallelopipedums um $\frac{1}{6}$ stärker war, als des massiven, giebt $116 + \frac{116}{6} = 135,3$, folglich

$$108 : 135,3 = 65,5 : 82 \text{ Pfund,}$$

die Stärke des hohlen Parallelopipedums mit dem Versuch sehr nahe übereinstimmend.

Die Richtigkeit dieser Berechnung für die Stärke hohler Parallelopipeden bestätigen ferner die folgenden Versuche.

Zweyter Versuch.

Ich ließ mir von Pappelnholz, dessen specifisches Gewicht 0,375, ein hohles und massives Parallelopipedum verfertigen, beide 2 Fuß 2 Zoll lang, das massive 8 Linien breit und hoch, das hohle 8 Linien breit, 12 Linien hoch, und seine Holzstärke 2 Linien durchaus, so daß der Queerschnitt des massiven und des hohlen Parallelo-

lelopipedums gleichen Inhalt hatten. Das Gewicht des massiven betrug $2\frac{3}{3}\frac{1}{2}$ Loth, das Gewicht des hohlen $3\frac{22}{32}$ Loth. Beide Parallelopipeden wurden in horizontaler Lage so unterstützt, daß die Unterstützungen 8 Zoll von einander entfernt waren. Die hier und in den folgenden Versuche angegebenen Maaße beziehen sich alle auf den Darmstädter Fuß, welcher sich zu dem Pariser wie 1276 : 1440 verhält. Die brechenden Gewichte würden in der Mitte angehängt.

Das hohle Parallelopipedum trug				Das massive Parallelopipedium trug			
Pfund Cöln.		Biegung		Pfund Cöln.		Biegung	
48,	—	$\frac{3}{4}$	Linien	29,	—	1	Linien
57,	—	$1\frac{1}{2}$	—	48,	—	2	—
67,	—	2	—	67,	—	3	—
87,88	—	3	—	82,	—	6	—
95,88	—	4	—	87,88	—	10	—
99,88	—	5	—	brach.			
brach.							

Hier war die Biegung so gering, daß man die gefundenen Gewichte beybehalten kann, die Reduction wegen der Verkürzung des Hebelarmes ist unbeträchtlich. Die Hölzer brachen schnell, und ohne der Länge nach zu spalten, wie im ersten Versuch geschah.

Berechnet man die Stärke des hohlen Parallelopipedums aus der Stärke der einzelnen Theile, so hat man für die Stärke der beiden hohen Theile 2. 2. 12. 6, für die Stärke der beiden Queerstücke 2. 4. 2. 1, folglich die gesammte Stärke 304. Die Stärke des massiven = 8. 8. 4 = 256. 256 : 304 = 88 : 103 Pfund.

Zieht man von diesem Gewicht $\frac{1}{48}$ ab, um welches der Queerschnitt des hohlen Parallelopipedums dem Gewicht

wicht nach schwächer als der Queerschnitt des massiven war, so erhält man für die Stärke des hohlen Parallelopipedums 101 Pfund, sehr nahe mit dem Versuch übereinstimmend.

Dritter Versuch.

Ein hohles und ein massives Parallelopipedum von Tannenholz von gleichen Dimmensionen mit dem in dem zweyten Versuch angegebenen, wurden eben so unterstützt und gebrochen, wie die Parallelopipeden von Pappelnholz. Das massive Parallelopipedum war weiß tannen Flößholz, und wog $4\frac{1}{2}$ Loth, das hohle roth tannen (ungeflößtes) Kiefernholz, wog $6\frac{13}{16}$ Loth.

Das hohle Parallelopipedum trug			Das massive Parallelopipedum trug		
Pfund Cöln.		Biegung	Pfund Cöln.		Biegung
48,	—	$\frac{1}{2}$ Linie	48,	—	1 Linie
67,	—	1 —	67,	—	2 —
87,88	—	$1\frac{1}{2}$ —	87,88	—	3 —
103,88	—	2 —	103,88	—	7 —
119,88	—	$2\frac{1}{2}$ —	111,88	—	1 Zoll
127,88	—	3 —		brach.	
135,88	—	$3\frac{1}{4}$ —			
151,88	—	4 —			
164,38	—	6 —			
169,6	—	brach.			

Die Stärke des massiven und des hohlen Parallelopipedums lassen sich, da sie von verschiedenen Holzarten waren, in Hinsicht des Gesetzes der Festigkeit hohler Körper, nicht mit einander vergleichen. Ich habe diesen Versuch blos hergesetzt, um daraus die Stärke des Tannenholzes gegen das Pappelnholz zu bestimmen. Das

zuletzt

zuletzt genannte Holz wächset (wenigstens in den Rheingegenden) selbst auf einem schlechten Boden, wenn er nur locker ist, mit einer außerordentlichen Schnelligkeit, und vereinigt bey einer Zartheit, die das Lindenholz übertrift, eine außerordentliche Leichtigkeit, wie aus dem oben angegebenen specifischen Gewicht dieses Holzes erhellet. Eben wegen der lockern Beschaffenheit kommt es in der Classe der Brenmaterialien weit hinten hin zu stehen. Ich war begierig, wie sich seine Tragbarkeit und sein Gewicht gegen die Tragbarkeit und das Gewicht des gewöhnlich zum Bauwesen gebrauchten Tannenholzes verhielten. Aus der Vergleichung der Stärke der massiven Cylinder im zweyten und dritten Versuch erhellet, daß die Tragbarkeit des weißtannen Floßholzes zur Tragbarkeit des Pappelnholzes sich = 112 : 88 = 14 : 11 verhält. Das specifische Gewicht von beiden ist sehr nahe = $4\frac{1}{2}$: 4 = 9 : 8, folglich die Tragbarkeit beider Hölzer bey gleichem absoluten Gewicht = 8. 14 : 9. 11 = 112 : 99 = 100 : 88,4.

Das Weißtannenholz ist um 12 Hunderttheile stärker.

Aus der Vergleichung der Stärke der hohlen Parallelopipeden hat man Pappelnholz zum Rothtannen wie 100 : 170 das Gewicht von beiden wie 125 : 218, folglich die Stärke des Pappelnholzes zur Stärke des rothtannen bey gleichem absoluten Gewicht wie 218 : 212 = 109 : 106. Hieraus ergiebt sich, daß das Pappelnholz dem weißtannen bey gleichem Gewicht an Tragbarkeit merklich nachsteht, aber das rothtannen unter diesen Umständen übertrift oder ihm wenigstens gleich kommt.

Aus dem gefundenen Gesetz für die Stärke hohler Parallelopipeden folgt, daß man einer Holzmasse bey un-

geändertem Queerschnitt und Länge die größte Tragbarkeit geben könne, wenn man ihr die größtmögliche Ausdehnung nach der Höhe und die kleinste nach der Breite gäbe, weil aber hierdurch die Lagerhaftigkeit des Holzes ganz verlohren gieng, so würde man wenigstens zwey schmahle hohe Stücke a d, b c fig. 1. so mit einander verbinden müssen, daß eines den Stand des andern sichert. Es läßt sich außer der in der Figur angegebenen Verbindung durch Queerstücke, welche das ganze zu einem hohlen Parallelopipedum vereinigen, auch eine andere denken, wenn man etwa von Distanz zu Distanz durch die hohen Seitenstücke, von einem zum andern, hölzerne Zapfen schlüge. Die Masse, welche bey dieser Verbindung in der Queere gesparet würde, könnte man in der Höhe zusetzen, und dadurch die Tragbarkeit des Holzes vermehren. Indessen würde ich doch ein hohles Parallelopipedum einer solchen Querverbindung durch bloße Zapfen vorziehen, weil jenes mir dauerhafter scheint. Ein anderer Vortheil, welchen hohle Holzverbindungen ausser der größern Tragbarkeit, gewähren, ist ihre geringere Biegung, wenn sie dieselbe Last als massive Hölzer von gleicher Stärke tragen. Dieser Umstand allein ist hinreichend, die hohlen Holzverbindungen, in Fällen, wo das Einschlagen und Schwanken der Böden vermieden werden muß, zu empfehlen. Man vergleiche die Biegungen des hohlen und massiven Parallelopipedums von Eichenholz im ersten Versuch mit einander, wo beide gleiche Gewichte trugen, so erhellet, daß die Biegung des hohlen Körpers ziemlich gleichförmig nur den dritten Theil von der Biegung des massiven betrug.

Ich will dies durch ein Beyspiel im Großen erläutern.

Ein Balken von Eichenholz, 6 pariser Zoll breit und hoch, der auf eine Länge von zwölf Fuß frei liegt, würde

in

in der Mitte, um zu brechen, nach unserm Versuch eine Beschwerung von 133 Centnern erfordern. Bey der Hälfte dieser Last würde er sich um $\frac{1}{32}$ seiner Länge oder um 4,5 Zoll in der Mitte biegen. Ein hohles Parallelopipedum von eichen Holz, 6 Zoll breit und 10 Zoll hoch, und von gleichen Queerschnitt und gleicher Länge mit dem massiven Balken würde 165 Centner bis zum Brechen tragen, und bey einer Belastung von 76,5 Centnern sich nur um 1,5 Zoll in der Mitte einschlagen.

Um die Stärke hohler cylindrischer Röhren zu bestimmen, fand ich es nöthig, zuvor die Stärke massiver Cylinder gegen Parallelopipeden von gleichem Queerschnitt und gleicher Länge zu bestimmen, indem mir wenigstens keine zuverlässige Erfahrungen hierüber bekannt waren. Aus den erwiesenen Gesetzen für den relativen Zusammenhang fester Parallelopipeden fliesset folgendes Gesetz für den relativen Zusammenhang massiver Cylinder. Die relative Festigkeit eines Cylinders ist zwey Drittheil von der relativen Festigkeit eines Parallelopipedums, welches mit ihm gleiche Länge und den Durchmesser des Cylinders zur Breite und Höhe hat. Dieser Satz läßt sich folgendermassen beweisen. Fig. 4 stelle den Queerschnitt eines senkrechten Cylinders vor, dessen Halbmesser $= r$, Abscisse vom Mittelpunct $= x$, Ordinate $= y$ heiße. Das Flächenelement des Queerschnittes nach lothrechter Richtung ist $= 2\,y\,dx$, sein Hebelarm der Cohäsion $= y$, folglich die relative Stärke des Elementes $= 2\,y^2 dx$. Es ist aber $y^2 = r^2 - x^2$, daher $2\,y^2\,dx = 2\,r^2 dx - 2\,x^2\,dx$, hiervon das Integral so genommen, daß es für $x = 0$ verschwindet, giebt $2\,y^2\,dx = 2\,r\,x^2 - \frac{2}{3}\,x^3$; hierin $r = x$ gesetzt, die relative Stärke des halben Queerschnittes $= 2\,r^3 - \frac{2}{3}r^3 = \frac{4}{3}\,r^3$, folglich des ganzen Queerschnittes relative Stärke $= \frac{8}{3}\,r^3$. Der Queerschnitt eines

eines Parallelopipedum, dessen Breite und Höhe dem Durchmesser des Cylinders gleich ist, ist $= 4r^2$, der Halbmesser seiner Cohäsion $= r$, folglich seine relative Festigkeit $= 4r^3$. Es ist aber $4r^3 : \frac{8}{3}r^3 = 3 : 2$, woraus der obige Satz fließet. Die folgende Erfahrung bestättiget die Theorie vollkommen.

Vierter Versuch.

Ich ließ von dichtem Eldesbirnbaumholz, dessen specifisches Gewicht 0,874 betrug, ein Parallelopipedum und einen Cylinder von gleicher Länge verfertigen. Der Durchmesser des Cylinders war der Höhe und Breite des Parallelopidedums gleich und betrug 0,6732 Zoll. Beide Körper wurden auf eine Länge von 18 Zoll zu beiden Seiten unterstützt und in der Mitte durch angehängte Gewichte gebrochen.

Das Parallelopipedum trug Pfund Cöln.		Biegung
30,75	—	2 Linien
52,00	—	3 —
73,07	—	4 —
94,87	—	5 —
110,87	—	7 —
126,87	—	8 —
134,87	—	8½ —
150,87	—	1 Zoll
178,48	—	1 — 2 Lin.
brach.		

Der Cylinder trug Pfund Cöln.		Biegung
30,84	—	2 Linien
32,24	—	5 —
68,24	—	7 —
84,24	—	8 —
96,24	—	8½ —
100,24	—	9½ —
108,24	—	10½ —
112,24	—	1 Zoll
116,24	—	1 – 3 Lin.
121,24	—	1 – 6 —
brach.		

Wenn man die Gewichte, wobey die Körper zerbrachen, wegen der Biegung auf den anfänglichen Hebelarm von neun Zollen reduciret, so erhält man für das Parallelo-

rallelopipedum 176,4 Pfund, für den Cylinder 118,8 Pfund. Die Theorie giebt die Stärke des Cylinders aus der Stärke des Parallelopipedums = 117,6 Pfund.

Der Queerschnitt des Cylinders verhielt sich zum Queerschnitt des Parallelopipedums wie $r^2 \pi : 4r^2 = \pi : 4$, wenn π das Peripherieverhältniß bedeutet. Hieraus fließet, daß sich die Stärke eines Cylinders zur Stärke eines Parallelopipedums, das mit ihm gleichen Queerschnitt und Höhe hat, wie $2 . 4 : 3 . \pi = 8 : 9,42$.. verhält.

Fig. 3. und 6. zeigen die Figur des Bruchs des Cylinders und Parallelopipedums.

Die relative Festigkeit hohler Cylinder, läßt sich nach den vorstehenden Grundsätzen folgendermaßen theoretisch entwickeln. Fig. 7. sey der senkrechte Queerschnitt eines hohlen Cylinders, welcher um die Unterstützung i gebrochen werde. Wenn die einzelnen Elemente, indem sie brechen, sich um die Punkte i h f drehen, so sind die Hebelarme der einzelnen Elemente des hohlen Cylinders eben dieselben, als wenn der Cylinder massiv wäre, und man sieht leicht ein, daß unter dieser Voraussetzung sich die relative Stärke des hohlen Cylinders zur relativen Stärke des massiven Cylinders von gleichen Halbmesser, wie der Queerschnitt des hohlen zum Queerschnitt des massiven Cylinders verhalten müsse. Es heiße der Halbmesser von beiden Cylindern = R, der Halbmesser der Höhlung = r, so ist der Queerschnitt des massiven zum hohlen Cylinder $= R^2 : R^2 - r^2$, folglich die relative Stärke des hohlen Cylinders $= R^2 - r^2, \frac{8}{3} R^3 = \frac{8}{3} R . (R^2 - r^2)$. A) Nimmt man hingegen, nach dem gefundnen Gesetz für die Stärke der hohlen Parallelopipeden zu urtheilen, an, der Halbmesser der Cohäsion der Elemente a b des hohlen Theiles sey nicht = a d, sondern $= \frac{1}{2}$ a b, so hat man für die relative Stärke dieser Ele-

mente $2ab.\frac{1}{2}ab.dx$, wenn $cd = x$ heißt. Das Integral von $ab^2 dx$ so genommen, daß $x = r$ wird, druckt die Stärke des hohlen Segmentes Kefi aus, zu welchem man die Stärke des massiven Segmentes efg, nach der Formel für massive Cylinder berechnet, setzen muß, um die gesammte Stärke des halben hohlen cylindrischen Queerschnittes zu erhalten.

Es ist $ab^2 = (ad - bd)^2 =$

$$ad^2 - 2adbd + bd^2$$

$$ad^2 = R^2 - x^2$$

$$bd^2 = r^2 - x^2$$

$$2ad.bd = 2\sqrt{R^2 - x^2}.\sqrt{r^2 - x^2}$$

folglich die relative Stärke des hohlen Segmentes

I) $(R^2 + r^2 - 2x^2)\ dx - 2\sqrt{(R^2 - x^2)}.$ $(r^2 - x^2)\,dx$. Die Irrationalgröße zu integriren schreibe man für $ad = R$ sin. acd, für $bd = r$ sin. bcd und für $dx = r.d$ cosin. bcd, so verwandelt sie sich in

$$2Rr \text{ sin. } acd \text{ sin. } bcd.r.d. \text{ cosin } bcd.$$

Nennt man den Winkel acd, $= Z$, $bcd = z$, so hat man für das irrationale Differential

$$2Rr \text{ sin. } Z \text{ sin. } z.r\,d \text{ cosin. } z.$$

Es ist aber R cosin. $Z = r$ cosin. z folglich sin. Z durch sin. z gegeben und der ganze Ausdruck durch Kreißbögen vermittelst Näherung integrabel. Schreibt man sin. Z $=$ sin. z, so verwandelt sich der Ausdruck in das vollständige Integral $\int 2Rr^2$ sin. z^2 d cosin. Z. Denn es ist r^2 sin. z^2 d cosin. $z = r^2$ d cosin. $z - r^2$ cosin. z^2 d cosin z, hiervon das Integral r^2 cosin. $z - r^2.\frac{\text{cosin. } z^3}{3}$, welches für cosin. $z = 1$ sich in $\frac{2}{3}r^2$ verwandelt.

Daher das vollständige Integral

$$2R.\frac{2}{3}r^2 = \frac{4}{3}Rr^2.$$

Es

Es ist aber in unserm Fall, ohne merklichen Fehler, verstattet, $\sin Z = \sin z$ zu setzen, weil, wenn die Dicke des Ringes klein ist, die Richtigkeit der Voraussetzung von selbst erhellet. Ist die Dicke des Ringes beträchtlich, so beträgt die Stärke des massiven Segmentes das meiste, und Z entfernt sich für das hohle Segment wenig von 90°, in welchem Fall er auch $= z$ ist. Ueberhaupt giebt aber die Substitution den negativen irrationalen Theil des Integrals I) etwas zu klein, folglich das Ganze zu groß, und doch lehren die nachstehenden Versuche, daß die daraus hergeleitete Formel für die relative Stärke der hohlen Cylinder einen zu kleinen Werth giebt, welches die Substitution auf jeden Fall rechtfertiget.

Der rationale Theil des Integrals I) so genommen, daß $x = r$ wird, giebt $R^2 r + r^3 - \frac{2}{3} r^3 = R^2 r + \frac{1}{3} r^3$, hiervon den vorhin gefundnen Werth des irrationalen Theiles $= \frac{4}{3} R r^2$ abgezogen, die relative Stärke des hohlen Segmentes $= R^2 r - \frac{4}{3} R r^2 + \frac{1}{3} r^3$. Hierzu muß die relative Stärke des massiven Segmentes gesezt werden. Man findet sie, wenn man in dem oben gefundnen Integral für die Stärke der massiven Cylinder $= 2 R^2 x - \frac{2}{3} x^3$ einmal $x = R$ und das anderemal $= r$ sezt, und beide Werthe von einander abzieht.

Dies giebt $\frac{4}{3} R^3 - 2 R^2 r + \frac{2}{3} r^3$, also die relative Stärke des halben hohlen Cylinders $= \frac{4}{3} R^3 - R^2 r - \frac{4}{3} R r^2 + r^3$, des ganzen $= \frac{8}{3} R^3 - 2 R^2 r - \frac{8}{3} R r^2 + 2 r^3$. Die Formel läßt sich zur Rechnung bequemer so schreiben:

$$B) \quad \tfrac{2}{3}(R - r).\ (R + r)\ (4.R - 3r) = \tfrac{2}{3}(R^2 - r^2)\ (4R - 3r) = \tfrac{8}{3}(R^2 - r^2)\ (R - \tfrac{3}{4} r).$$

Hieraus erhellet, daß die Formel A) und B) für die relativen Stärken der hohlen Cylinder sich durch die Facto-

 ren

ren R, und $R - \frac{3}{4}r$ von einander unterscheiden. Ich schreite nun zu den angestellten Erfahrungen.

Fünfter Versuch.

Ich brach einen hohlen Cylinder von Elsebirnbaumholz, der mit dem im vierten Versuch beschriebenen massiven Cylinder einerley Dimmensionen hatte. Der Durchmesser der Höhlung verhielt sich zum ganzen Durchmesser = 1 : 2. Die Entfernung der beiden Unterstützungen von einander war 18 Zoll, wie im vierten Versuch.

Der hohle Cylinder trug

Pfund Cöln.			Biegung.		
11,2	—	—	0,5	Linien	
19,2	—	—	1,	—	
27,2	—	—	1,5	—	
33,2	—	—	2,	—	
43,2	—	—	3,	—	
51,2	—	—	4,5	—	
59,2	—	—	5,5	—	
63,2	—	—	8,	—	
67,2	—	—	10,	—	
71,2	—	—	1,	Zoll	
75,2	—	—	1,	—	1 Linie
78,2	—	—	1,	—	5 —
80,3	—	—	1,	—	8 —
83,	—	—	2,	—	6 —

brach.

Fig. 8 zeigt die Figur des gebrochenen Cylinders. Reduciret man das brechende Gewicht auf den anfänglichen Hebelarm von 9 Zoll, so erhält man 81,6 Pfund.

Die Formel A) giebt, $r = \frac{1}{2}R$ gesezt, die Stärke des hohlen Cylinders $\frac{8}{3} \cdot \frac{3}{4}R^3$ die Formel B.) giebt $\frac{8}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot R^2 \cdot \frac{5}{8}R$.

Der

Der massive Cylinder, dessen relative Stärke $= \frac{3}{8} R^3$, trug nach dem vierten Versuch 118,8 Pfund, folglich hat man die relative Stärke des hohlen Cylinders nach der Formel A.)

$$= \frac{3}{4} \cdot 118{,}8 \text{ Pfund} = 89{,}1 \text{ Pfund}$$

nach der Formel B.)

$$= \frac{15}{32} \cdot 118{,}8 \text{ Pfund} = 55{,}7 \text{ Pfund}.$$

Der durch den Versuch gefundene Werth liegt der Formel A.) näher, als der Formel B.).

Sechster Versuch.

Hier wurde ein hohler Cylinder von demselben Holz, wie im vierten und fünften Versuch, gebrochen, dessen äußerer Durchmesser betrug 0,072, der innere 0,044 Darmst. Fuß. Er trug auf eine Länge von 18 Zoll, woben das brechende Gewicht in der Mitte hieng,

Pfund Cöln.		Biegung.
30,3 —	—	1 Linien.
43,8 —	—	2 —
59,3 —	—	3 —
76,6 —	—	5 —
94,0 —	—	10 —
102, —	—	14 —
106, —	—	18 —
110, brach.		

Das wegen der Biegung reducirte Gewicht beträgt nur 108,5 Pfund.

Um die Stärke eines massiven Cylinders zu finden, welcher mit dem hohlen einerley Durchmesser hat, bedenke man, daß sich die relative Stärke verschiedener Cylinder von einerley Länge wie die Würfel ihrer Halb- oder Durchmesser verhält. Man hat also, die im vierten Versuch

 gefun-

gefundene Stärke zum Grunde gelegt, $0{,}056^3 : 0{,}072^3 = 118{,}8 : 252{,}5$ Pfund. Dies giebt die Stärke des hohlen Cylinders, wo $r = \frac{11}{18} R$ ist, nach der Formel B) 85,68 Pfund, nach der Formal A) 152,0 Pfund. Hier liegt der durch den Versuch gefundene Werth der Formel B) näher.

Aus der Vergleichung der im fünften und sechsten Versuch gefundenen Gewichte mit den durch Rechnung aus den Formeln A) und B) hergeleiteten ergiebt sich, daß die relative Stärke hohler hölzerner Cylinder sich dem Werth A) mehr nähert, wenn die Dicke der hohlen Cylinder gegen die Halbmesser r, und R groß ist, hingegen dem Werth B), wenn sie klein ist. Da nun beide Formeln sich blos durch die Factoren R und $R - \frac{3}{4} r$ von einander unterscheiden, so setze man, um einen allgemeinen Ausdruck für die Stärke hohler hölzerner Cylinder zu erhalten $r = nR$, wo n einen eigentlichen Bruch bedeutet, der von 0 bis zu 1 wachsen kann, und suche in der allgemeinen Gleichung für die relative Stärke hohler Cylinder C) $\frac{8}{3} (R^2 - r^2). (R - \frac{3}{4} n^x r)$ die Potenz x aus den durch die Versuche gefundenen Werthen, so erhält man aus dem fünften Versuch $x = 2$, aus dem sechsten Versuch $x = 1$ sehr nahe. Dies in der allgemeinen Gleichung C) substituiret, und für $r = nR$. geschrieben, giebt für die relative Stärke hohler hölzerner Cylinder zwey Gleichungen

I) $\frac{8}{3} (R^2 - n^2 R^2). (R - \frac{3}{4} n^2 R) = \frac{8}{3} R^3 (1 - n^2) (1 - \frac{3}{4} n^2)$

II) $\frac{8}{3} R^3 (1 - n^2) (1 - \frac{3}{4} n^3.)$

Die erste Formel gilt für hohle Cylinder, wo $n = \frac{1}{2}$ oder $n > \frac{1}{2}$, die andere, wo $n < \frac{1}{2}$ ist, bis zu $n = 0$.

Man

Man kann sich billig wundern, woher es komme, daß hohle hölzerne Cylinder verhältnißmäßig stärker sind, als hohle hölzerne Parallelopideden? Der physische Grund hiervon scheint mir in folgendem zu liegen.

Ein massiver Cylinder aus einem gerade gewachsenen Holze stellt einen Körper dar, worin die in einem senkrechten Queerschnitt befindlichen Theilen sich in ihrem natürlichen Zusammenhang befinden. Höhlt man einen solchen Körper cylindrisch aus, so wird dadurch zwar sein Queerschnitt fig. 7. geschwächt, aber die zurückbleibenden Theilchen sind noch immer in ihrem natürlichen Zusammenhang, dies befördert die von der gewölbförmigen Figur herrührende Spannung. Wenn daher gleich die brechende Last unmittelbar auf die schwächsten um K liegenden Elemente des Ringes wirkt, so können doch diese Elemente nicht allein ausweichen und sich um einen Punkt l drehen, sondern in dem das keilförmige Stück k a b l nach lothrechter Richtung nachgiebt, müssen die Theile a b seitwärts weichen. Mit einem Wort, der kreißförmige Queerschnitt plattet sich ab, der lothrechte Durchmesser k i wird kleiner, und der waagrechte wird größer.

Dies haben mir meine angestellten Versuche sehr augenscheinlich bewiesen. Die Abplattung erreicht indessen bey einer beträchtlichen Dicke des Ringes ihr Maximum, und die um K a liegenden Theile können nicht mehr einzeln nachgeben, sondern der ganze Queerschnitt muß sich um die Punkte i h f biegen und brechen. Ist hingegen die Dicke des Ringes sehr klein, so können die um K liegenden Theile ausweichen und brechen, bevor die Spannung und Abplattung ihr Größtes erreicht hat. Der cylindrische Ring nähert sich mehr dem hohlen Parallelopipedum, wo gleichsam jedes Element einzeln bricht. Die folgenden Versuche über die relative Stärke hohler messin-

messingener Cylinder werden diese Vorstellungen noch mehr ins Klare setzen.

Ich ließ von dünnem Messingblech, wie es die Spengler gewöhnlich verarbeiten, dessen zehnfache Dicke 0,0145 rheinl. Fuß, also, die einfache 0,00145 Fuß rheinl. betrug, zwey hohle Cylinder, jeden 14 Zoll (Darmst. Maaß) verfertigen. Der eine Cylinder sollte 1 Zoll, der andere einen halben Zoll im Durchmesser haben, weil sie aber nicht vollkommen cylindrisch ausgearbeitet waren, so maß ich ihre Durchmesser in der Mitte, wo sie gebrochen werden sollten, auf einem tausendtheiligen rheinländischen Fuß, und fand deu Durchmesser des dünnen Cylinders 0,046 Fuß, den Durchmesser des dicken Cylindes 0,072 Fuß. Die relative Stärke des Messings zu bestimmen, woraus die Cylinder verfertigt waren, nahm ich einen Streifen von demselben Blech, welcher genau den Durchmesser des kleinen Cylinders zu seiner Höhe, und einerley Länge mit beiden Cylindern hatte. Die drey Körper wurden an ihren Enden in horizontaler Lage einen Zoll lang unterstützt, und die Waagschaale mit dem Gewichte in ihrer Mitte angehängt.

In die beiden hohlen messingenen Cylinder waren an ihren Enden, so weit sie auf den Unterlagen ruhten, hölzerne Stöpsel gepasset, damit sie von oben durch cylindrisch ausgehöhlte Zwingen auf den Unterlagen hinlänglich befestiget werden konnten. Der dünne Messingstreifen a c a fig. 9, wurde zwischen zwey Paar hölzerne Lineale eingeklemmt, auf den Unterlagen a a befestiget. Die Lineale dienten blos die seitwärts gehende Biegung des Streifens zu verhindern, indeß sie der Biegung nach lothrechter Richtung nicht entgegenwirkten. Die Länge der freyen Stelle des Streifens in der Mitte c zur Anhängung des Rings der Waagschaale betrug $\frac{1}{2}$ Zoll.

Das

Das Gewicht des dünnen Cylinders war 3,69 Loth, des dicken Cylinders 5,44 Loth, des Streifens 1,25 Loth. Das folgende enthält die Resultate der Versuche.

Siebenter Versuch.

Der dünne messingene Cylinder

trug

Pfund Cöln.		Biegung.	
24,	—	—	½ Linen.
32,	—	—	1½ —
40,	—	—	2 —
48,	—	—	1 Zoll
65,4 Pfund		—	1,5 —

und riß bey dem letzten Gewicht, indem er sich an der Stelle, wo der Ring der Waagschaale hieng, flach zusammendrückte.

Achter Versuch.

Der dicke messingene Cylinder erhielt keine merkliche Biegung durch 21,5 Pfund Cöln., aber der eiserne 2 Linien dicke Ring der Waagschaale bewirkte schon durch dieses Gewicht eine beträchtliche Vertiefung an der Stelle wo er den Cylinder berührte. Bey 48 Pfund wurde die Vertiefung noch beträchtlicher, indeß der ganze Cylinder sich wenig aus der horizontalen Lage bog, bey 75,5 Pfund drückte sich der Cylinder an der Stelle des Anhänpunktes schnell zusammen, bog sich, und riß.

Neunter Versuch.

Der Messingstreifen erhielt durch ein Gewicht von 8 Pfund Cöln. eine Biegung von ½ Linie.

Die Biegung nahm mit den Gewichte immer zu, bis sie bey 48 Pfund 3 Zoll, und bey 56 Pfund sogar 4 Zoll

4 Zoll betrug, ohne daß der Streifen gerissen wäre. Er hatte sich aber durch die starke Biegung auf der einen Seite zwischen den hölzernen Schindeln hervorgezogen, und ruhte mit dem einen Ende gar nicht mehr auf seiner Unterlage. Der letzte Umstand flößte mir einiges Mißtrauen ein, daß der Streifen durch die Schindeln an Stärke gewonnen haben möchte, und vielleicht schon bey einem geringern Gewicht zerrissen wäre, wann man seine Biegung nach der Seite ohne die Schindeln hätte vermeiden können. Ueberdies war das Messingblech des Streifens biegsamer als der beiden hohlen Cylinder, weil es durch das Hämmern, wodurch ihm die Cylinderkrümmung gegeben wurde, einen gewissen Grad von Federhärte angenommen hatte. Ich stellte daher zur Berichtigung des letzten Versuchs den folgenden an.

Zehnter Versuch.

Ich gab dem im neunten Versuch nicht zerrissenen Messingstreifen durch Hämmern eine ähnliche Härte wie den beiden hohlen Cylindern, und nahm etwas außer der Mitte, (nicht an der Stelle, wo er durch den Ring der Waagschaale im vorhergehenden Versuch die stärkste Biegung erlitten hatte) so viel hinweg, daß auf eine Länge von 1 Zoll nur 0,01 rheinl. Fuß Messingbreite stehen blieb. Hierauf befestigte ich den Streifen in lothrechter Lage, und riß ihn durch angehängte Gewichte an dieser schmahlen Stelle. Er trug nach und nach 87,3 Pf. Cöln. und riß bey diesem Gewicht, plötzlich ohne sich vorher merklich gedehnet zu haben.

Dies giebt für den absoluten Zusammenhang des ganzen Streifens, wenn er noch die Breite von 0,046 Fuß, wie im neunten Versuch gehabt hätte, 401,58 Pfund Cöln.

Hier-

Hieraus den relativen Zusammehhang für ein in der Mitte der Länge von 12 Zoll (= 1 Darmst. Fuß) angehängtes Gewicht zu finden, bediene ich mich der zu Anfang dieses Aufsatzes angeführten Formel

$$R = \frac{4\,C.\,\frac{1}{2}\,h}{l} = \frac{2\,C\,h}{l}.$$

Hier ist $h = 0{,}046$ rheinl. Fuß, $l = 0{,}918$, $C = 401{,}58$ Pfund, folglich $R = 40{,}15$ Pfund. Das Resultat dieses Versuchs mit den Resultaten der drey vorhergehenden Versuche zu vergleichen, reducire man die darin gefundenen Gewichte wegen der Biegung auf den anfänglichen Hebelarm, so erhält man für die Stärke des dünnen Cylinders 60 Pfund, des dicken Cylinders 75 Pfund, für das Gewicht, welches der Streifen trug, 42 Pfund. Ich nehme zwischen diesem und den vorhin gefündenen Gewicht von 40,15 im Mittel 41 Pfund für die relative Stärke des Streifens an.

Es verhält sich aber die relative Stärke des Streifens zur relativen Stärke des dünnen hohlen Cylinders, welcher mit ihm einerley Höhe hat

$$= 2\,(R - r)\,R^2 : \tfrac{8}{3}\,R\,(R^2 - r)$$

nach der Formel A), oder

$$= 2\,(R - r)\,R^2 : \tfrac{8}{3}\,(R^2 - r^2)\,(R - \tfrac{3}{4}\,r)$$

nach der Formel B).

Das erste Verhältniß drückt man kürzer so aus

$$R : \tfrac{4}{3}\,(R + r)$$

das andere

$$R^2 : \tfrac{4}{3}\,(+ r)\,(R - \tfrac{3}{4}\,r),$$

Hiernach findet sich die relative Stärke des dünnen hohlen Cylinders aus der relativen Stärke des Streifens 106 Pfund, nach der Formel A) 32,2 Pfund, nach der Formel B), der durch den Versuch gefundene Werth fällt sehr

sehr nahe in die Mitte von beiden, doch näher zu den letzten Werth.

Die relative Stärke eines Messingstreifens zu bestimmen, dessen Höhe dem Durchmesser des dicken Cylinders gleich ist, sage man

$$0{,}046^2 . \ 0{,}072^2 = 41 : 100{,}4 \text{ Pfund.}$$

Hieraus findet sich die Stärke des dicken Cylinders

nach der Formel A) 271,5 Pfund

nach der Formel B) 73,4 Pfund.

Der letzte Werth ist nur wenig kleiner als das durch den achten Versuch gefundene Gewicht. Die Uebereinstimmung der relativen Stärke des dicken Cylinders mit der Formel B) ist aus folgenden Gründen erklärbar. Der eiserne Ring der Waagschaale war, wie schon oben erwähnt, 2 Linien dick und ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser. a b fig. 10. stelle die Berührung zwischen dem Ring, der Waagschaale und dem zu brechenden Cylinder vor. Ob hier a b weichen könne, ohne daß sich der ganze Cylinder um den Punkt e bieget, kommt auf folgenden Umstand an. Der Keil a b c wird durch eine Kraft lothrecht nach d e getrieben, welche dem ganzen auf der Waagschaale ruhenden Gewicht gleich ist. Das Gewicht heiße B. Hieraus entstehen zwey Kräfte nach den Richtungen d a, d b, wovon jede $V = \frac{bc}{db}$ ist. Der Kraft V wirkt die absolute Cohäsion des Messingstreifens a b entgegen, welche die Dicke des Ringes der Waagschaale zur Breite hat. Diese betrug in unserm Versuch 2 Linien Darmst. Maaß = 0,0127 rheinl. Fuß. Da nun die absolute Cohäsion eines Messingstreifens von 0,01 rheinl. Fuß nach dem zehnten Versuch 87,3 Pfund war, so ist sie hier 100 Pfund. P = 75, V = 100 gesetzt, giebt

giebt $\frac{db}{bc} = \frac{37,5}{100}$, hieraus findet sich sin. dcb = sin. 22° 2'. Also hätte der Winkel acb über 44° betragen müssen, wenn ab nicht hätte weichen sollen; da dies nicht der Fall war, so schnitt der Ring des Waagebalkens den Cylinder gleichsam durch, ohne daß sich der Ring merklich gebogen hatte.

Bey dem dünnen Cylinder, dessen Halbmesser bc nur $\frac{46}{72}$ des dicken Cylinders war, widerstand die Cohäsion der seitwärts wirkenden Kraft in dem Verhältniß von 72 : 46 stärker, weil der Sinus dcb bey gleicher Berührung ab in diesem Verhältniß größer war. Hierzu kam noch, daß das angehängte Gewicht P nur 60 Pfund betrug. Daher hat man die Kraft V am dicken Cylinder = 65. 46 : 72. 75 sehr nahe wie 1 : 2.

Da indessen, wie der siebente Versuch lehret, auch hierbey noch Einschneiden des Ringes statt fand, und deßwegen die relative Stärke des dünnen Cylinders zwischen die beiden Formeln A) und B) ungefähr in die Mitte fiel, so zog ich daraus den Schluß, daß man bey ungeändertem Halbmesser des dicken Cylinders das Einschneiden des Ringes ganz vermeiden könne, wenn man den Widerstand, welcher der Kraft V entgegen wirkt, so viel vergrößerte, daß er das ganze Gewicht aushalten könne, welches nöthig ist, die relative Stärke des Cylinders nach der Formel A zu überwinden. Es ist aber bey diesem Cylinder der Werth von B) in dem Werth von A) 3,7mal enthalten, folglich müßte man die Dicke des Rings der Waagschaale wenigstens in diesem Verhältniß vergrößern. Der folgende Versuch diente die Wahrheit dieser Voraussetzungen zu prüfen.

Eilfter Versuch.

Ich ließ mir einen messingenen hohlen Cylinder verfertigen, von der Dicke wie der im achten Versuch gebrochene, 18 Zoll Darmst. Maaß lang. In die Mitte auf den Cylinder legte ich zwischen den Ring der Waagschaale und den Cylinder einen Sattel von $\frac{1}{2}$ Linie dicken Kupferblech. Der Sattel, welcher das Einschneiden des Ringes in den Cylinder verhindern sollte, war nach der Krümmung desselben gebogen und hatte die vierfache Dicke des Ringes der Waagschaale = 8 Linien zu seiner Länge. Weil hierdurch die Kraft des angehängten Gewichtes über einer Fläche verbreitet wurde, welche gegen die Länge des Cylinders von einer Unterstützung zur andern, 1 Fuß, nicht für einen physischen Punkt zu halten war, so vergrößerte ich die Entfernungen der beiden Unterstützungspunkte um die Länge des Sattels, d. i. ich machte sie 1 Fuß und 8 Linien. Die folgende Tafel enthält die Resultate dieses Versuches.

Der Messingcylinder mit dem Sattel

	Pfund	Cöln.		Biegung.	
trug	73,	—	—	1	Linien.
	113,	—	—	2	—
	147,	—	—	3	—
	* 167,25	—	—	2,5	Zoll
	187,5	—	—	3,	—
	200,	—	—	3,5	—
	246,63	—	—	4,	—

wobey der Cylinder brach.

Bis zu dem mit (*) bezeichneten Gewicht bemerkte man noch kein Einschneiden des Sattels in den Cylinder. Bey Auflegung dieses Gewichtes aber wurde die Schaale durch Zufall auf der einen Seite etwas überwichtig, der Sattel schnitt an dem einen Ende etwas in den Cylinder ein, und kam dadurch in eine geneigte Lage. Nun bog sich

sich der Cylinder schnell um 2,5 Zoll in der Mitte herunter, indem er sich zugleich an dieser Stelle abplattete, demohngeachtet fuhr er bey zunehmender Biegung fort, die oben bemerkten Gewichte zu tragen, bis er erst bey 246,63 Pfund brach. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß, wenn sich der Zufall, welcher das schiefe Einschneiden des Sattels bewürkte, nicht ereignet hätte, der Cylinder ohne merkliche Abplattung und bey geringern Biegung dasselbe Gewicht von 246,63 Pfund getragen haben würde, d. i., beynahe so viel, als er vermöge der Formel A) hätte tragen sollen. Um indessen gewiß zu gehen, und die Stärke der hohlen messingenen Cylinder durch die nachstehenden Rechnungen nicht zu groß anzugeben, so setze ich, der Cylinder von den angegebenen Dimmensionen könne zuerst bey einer siebenfachen Breite des anfänglichen Ringes von 2 Linien die volle Last, welche die Formel A) angiebt, tragen, indeß er bey der anfänglichen Breite nur die durch die Formel B) bestimmte Stärke äußert. Wenn man nemlich 246,63 Pfund auf den horizontalen Hebelarm reducire, so erhält man nur 185 Pfund. Diese Zahl fällt zwischen die Werthe von 73,4 und 271 Pfund nach den Formeln A) und B) für die Stärke des Cylinders so hinein, daß sie die kleinern um $\frac{100}{177}$ des ganzen Unterschiedes ungefähr übertrift, daher vergrößere ich die Dicke des Ringes von 8 Linien in dem Verhältniß von 100 : 177. Aus diesen auf Erfahrung gestützten Sätzen lassen sich folgende allgemeine Vorschriften zur Berechnung der Stärke hohler messingener Cylinder herleiten.

Ich schränke mich vorerst auf hohle Cylinder von dünnem Spenglerblech ein. Fragt man allgemein, wie groß muß die Dicke des Ringes, oder überhaupt die Breite der Fläche seyn, worauf das in der Mitte brechende Gewicht vertheilet ist, wenn der Halbmesser des

Cylinders und seine Länge gegeben sind, und der Cylinder das größte Gewicht tragen soll, welches die Formel A) bestimmt, so bedenke man, daß die Kraft V, welche das Einschneiden bewürkt, im directen Verhältniß des angehängten Gewichts P, und dem Halbmesser R steht, oder es ist allgemein

$$V = R.P;\ P \text{ ist} = \frac{\frac{8}{3} R (R^2 - r^2)}{L}$$

wenn L die Länge des Cylinders in Fußen ausdruckt. $R^2 - r^2$ stellt das Verhältniß des Qeerschnittes des Ringes dar, welches bey einerley Messingdicke, so lange r von R wenig verschieden ist, auch durch den Umfang oder dem Halbmesser des Cylinders ausgedruckt werden kann. Dies gäbe $P = \frac{\frac{8}{3} R^2}{L}$, wenn es blos auf Verhältnisse ankommt, folglich V unter eben dieser Bedingung $= \frac{R^3}{L}$. Die Dicke des brechenden Ringes der Waagschale muß im Verhältniß von V stehen. Da nun aus dem achten und eilften Versuch die Folge gezogen worden ist, daß bey einem messingenen Cylinder von 1 Fuß (Darmst. Maaß) Länge, und 0,036 rheinl. Fuß = 0,039 Darmst. Fuß Halbmesser, ein völliges Einschneiden statt findet, wenn die Dicke des Ringes 2 Linien beträgt, und gar kein Einschneiden, wenn sie 14 Linien beträgt, so sage man $\frac{0,039^3}{1} : \frac{R^3}{L} = 2 :$ Gesuchten, und $\frac{0,039}{1} : \frac{R^3}{L} = 14 :$ Gesuchten.

Die erste Proportion giebt $\frac{2 R^3}{0,039^3 L}$, die andere $\frac{14 R^3}{0,039^3 L}$ für die Dicke des Ringes in Linien. Beyspiel.

spiel: Es sey L 1 = und R' = 0,023 rheinl. = 0,025 Darmst. Fuß, wie im siebenten Versuch, so hat man für die Dicke des Ringes nach beiden Formeln 0,52 Linien — 3,68 Linien.

Im ersten Fall würde der Cylinder nach der Formel B) 32,2 Pfund, im andern nach der Formel A) 106 Pfund getragen haben. Da in dem angestellten Versuche die Dicke des Ringes 2 Linien betrug, so sage man, um die Stärke des Cylinders für diese Dicke des Ringes zu finden 3,68 — 052 : 2,00 — 052 = 106 — 32,2 zum gesuchten Unterschied = 34,5. Dies zu der kleinern Zahl 32,2 addiret, giebt die Stärke des Cylinders 66,7 Pfund mit dem siebenten Versuch ziemlich übereinstimmend. Hierdurch wird die Voraussetzung gerechtfertiget, welche ich für die Dicke des Ringes bey dem im achten und eilften Versuch gebräuchten Cylinder bestimmt habe. Ich will die Rechnung noch durch ein anderes Beyspiel erläutern.

Wie viel trägt ein messingener hohler Cylinder von 2 Fuß Länge und 0,1 Fuß Durchmesser, wenn der Ring der Waagschaale 3 Linien dick ist. Man berechne zuerst die Stärke des Ringes nach den Formeln A) und B). Die Formeln können hier, weil die Messingdicke dünn und unveränderlich ist, kürzer so ausgedruckt werden.

$$A') = \frac{8}{3}\frac{R^2}{L} \; . \; B') = \frac{8}{3} R \frac{(R - \frac{3}{4} r)}{L}$$

wo für das Verhältniß des Queerschnittes $R^2 - r^2$ blos R geschrieben ist. Da nun für R = 0,039 und L = 1 die Stärke des Cylinders nach der ersten Formel = 271,5 Pfund, nach der andern 73,4 Pfund war, so formire man folgende Proportionen

$$0{,}039^2 : \frac{0{,}05^2}{2} = 271{,}5 : 223{,}3$$

 0,039²

$$0,039^2 : \frac{0,05^2}{2} = 73,4 : 61,1.$$

Die letzte Proportion ist blos eine Näherung zur Wahrheit, es wird dabey vorausgesetzt, daß $R - \frac{3}{4} r = \frac{1}{4} R$ sey.

Die Dicke des Ringes für die Formel

A) ist $\frac{14 . 0,05^3}{2 . 0,039^3} = 14,77$ Linien,

B) ist $\frac{2 . 0,05^3}{1 . 0,039^3} = 2,11$ Linien.

Nun sage man:

14, 77 — 2,11 : 3 — 2,11 = 223,3 — 61,1 : gesuchten Unterschied = 11,4.

Der Cylinder würde an einem solchen Ring von 3 Linien Dicke nur 72,5 Pfund tragen. Diese Beyspiele werden hinreichend lehren, wie man für jeden Fall die relative Stärke eines hohlen Cylinders von dünnem Messingblech berechnen könne. Ich füge daher nur noch einige allgemeine Betrachtungen über A) und B) bey. Da die erste voraussetzt, daß der hohle Cylinder denselben Hebelarm der Cohäsion habe, als wenn er massiv von gleichem Durchmesser wäre, so erhellet, daß diese Formel jederzeit das Maximum der Stärke hohler Cylinder angebe. Sie kann überall angewandt werden, wo blos von Widerstand die Rede ist, welche ein hohler messingener Cylinder einer biegenden Kraft entgegensetzt, wenn die Kraft nicht auf eine einzelne Stelle des Cylinders würkt. Es bestehen zum Beyspiel die Aerme eines Waagebalkens aus hohlen Cylindern von Messingblech, so wird die Steifigkeit der Aerme durch die Formel A) ausgedruckt. Die Formel B) setzt den Hebelarm nicht größer, als es die Dicke der einzelnen Elemente der hohlen Cylinder erfordert; sie giebt daher das Minimum der Stärke der hohlen

len Cylinder an, und druckt den Widerstand aus, welchen jede einzelne noch so kleine Stelle einer äußern Kraft entgegensetzt. Da die vorhergehenden Versuche sich blos auf messingene Cylinder von dünnem Spenglerblech beziehen, so kann man zweifeln, ob die daraus gezogenen Schlüsse sich auf Cylinder von stärkerm Messing anwenden lassen.

Setzt man indessen die absolute Cohäsion des Messings jederzeit dem Queerschnitt proportional, so lassen sich die oben gegebenen Formeln A) und B) auch auf hohle Cylinder von stärkerm Messing anwenden. Selbst die Vorschriften zur Berechnung der Dicke der brechenden Ringe bleiben ungeändert, weil die Kraft V, welche das Einschneiden veranlasset, mit der Stärke des hohlen Cylinders bey ungeändertem Durchmesser und die absolute Cohäsion, welche der Kraft V entgegenwürkt, in demselben Verhältniß wächst. Wollte man zum Beyspiel die relative Stärke eines hohlen messingenen Cylinders finden, dessen Länge 1 Fuß, Durchmesser 1 Zoll (= 0,0833 Fuß) und Dicke des Messing 0,1 Zoll (= 0,00833 Fuß) wäre, so berechne man zuerst aus den vorhergehenden Versuchen die Stärke eines Messingstreifens von gleicher Dicke, Länge und Höhe mit dem Cylinder. Sie ist nach dem Mittel aus dem neunten und zehnten Versuch 611 Pfund und hieraus die Stärke des hohlen Cylinders
nach der Formel A) 1460 Pfund,
nach der Formel B) 589 Pfund.

Die Dicke des brechenden Ringes kann man für den ersten Werth sehr nahe 14 Linien, für den andern 2 Linien setzen, weil der Halbmesser dieses Cylinders sehr nahe mit dem im achten Versuch übereinstimmt, wofür die genannten Dicken des Ringes gelten.

Suchte man, wie groß der Halbmesser eines massiven Cylinders von Messing seyn müßte, welcher eine

gleiche relative Stärke mit dem hohlen nach der Formel A) hätte, so setze man den gesuchten Halbmesser $= x$ und $\frac{8}{3}\, x^3 = \frac{8}{3}\, R\,(R^2 - r^2)$,
also $x = \sqrt{} R\,(R^2 - r^2) = 0{,}029$ Fuß.

Der Queerschnitt des massiven Cylinders verhält sich zum Queerschnitt des hohlen von gleicher Stärke $= 84 : 59$. So bald man aber die absolute Cohäsion nicht mehr dem Qeerschnitt proportional setzen darf, so lassen sich auch die oben gegebenen Formeln nicht unbedingt anwenden. So getraue ich sie z. B. nicht auf hohle Cylinder von gegossenem Messing auszudehnen.

Es würde sehr interessant seyn, über die relative Stärke solcher Körper, wie nicht weniger über die relative Stärke hohler eiserner Cylinder ähnliche Versuche zu machen. Da dieselben aber, wenn sie überzeugend werden sollten, viel mehr ins Große angestellt werden müßten, als meine Umstände es erlauben, so begnüge ich mich für diesesmal die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf diesen Gegenstand gelenkt zu haben.

8.

8.

Versuche über die Expansivkraft des Dampfes von Wasser und Alcohol *).

Das zum Versuch bestimmte Wasser war in einem starken, kupfernen Kessel eingeschlossen, dessen größter Durchmesser 8 Zoll und dessen Höhe 14 Zoll betrug. Er war mit einem kupfernen Deckel verschlossen, durch welchen drey Röhren giengen. Die erstere diente zum Einbringen des Wassers in den Kessel, und war vermittelst einer Schraube fest und genau verschlossen; durch die zweyte gieng ein Thermometer, dessen Kugel etwa 2 Zoll über dem Boden des Kessels reichte, und wovon die äusserlich angebrachte Graduirung von 0 bis 110° nach Reaum. zeigte; durch die dritte gieng die Röhre eines Barometers, die zwey Linien im Lichten zum Durchmesser, und 110 Zoll Länge hatte.

*) Ich habe oben im 1. B. des neuen Journ. der Phys. (S. 171. ff.) die Resultate der vom Herrn Betancourt angestellten Versuche über die Expansivkraft der Wasserdämpfe in verschiedenen Graden der Temperatur, doch nur von 10 Gr. zu 10 Gr. R, mitgetheilt. Ich liefere hier das genauere Detail davon, und zugleich auch noch Erfahrungen über die Expansivkraft der Dämpfe des Alcohols, aus Herrn Prony's Essai experimental et analytique sur les lois de dilatabilité des fluides elastiques, im Journal de l'école polytechnique. Cahier II. à Paris An. IV. in 4. S. 24. ff. G.

Ein Seitenhahn diente zur Communication zwischen dem Kessel und einer Luftpumpe, um jenen luftleer zu machen, ehe man den Apparat in dem Ofen, worin er stand, erhitzte.

Nachdem das Vacuum in dem Kessel bewirkt, das Quecksilber des Barometers so nahe als möglich zu einerley Höhe in den beiden Schenkeln, und das Thermometer durch Umgebung des Kessels mit Eis auf Null gebracht war, wurde das Eis weggenommen und Feuer angezündet, das mit Behutsamkeit und vieler Gleichförmigkeit regiert wurde, so, daß das Thermometer etwa einen Grad in der Minute stieg. Von zwey Beobachtern bemerkte der eine am Barometer, der andere am Thermometer von Grad zu Grad die Pressungen und die dazu gehörigehörigen Temperaturen. Die Pressungen wurden in Zollen der Höhe der Quecksilbersäule über dem Niveau des Quecksilbers ausgedrückt.

Die Resultate des Versuchs sind von Grad zu Grad des Thermometers mit Reaum. Scale in folgender Tafel angegeben:

Temperatur der Wasserdämpfe.	Expansivkraft der Wasserdämpfe.
0 Grad Reaum.	0, 00 pariser Zolle.
1	0, 00
2	0, 00
3	0, 00
4	0, 02
5	0, 02
6	0, 05
7	0, 07
8	0, 10

Tem-

Temperatur der Wasserdämpfe.	Expansivkraft der Wasserdämpfe.
9 Grad Reaum.	0, 12 pariser Zolle.
10	0, 15
11	0, 18
12	0, 22
13	0, 27
14	0, 30
15	0, 35
16	0, 40
17	0, 45
18	0, 52
19	0, 58
20	0, 65
21	0, 75
22	0, 82
23	0, 90
24	0, 97
25	1, 05
26	1, 12
27	1, 22
28	1, 32
39	1, 42
30	1, 52
31	1, 65
32	1, 78
33	1, 90
34	2, 00
35	2, 15
36	2, 27
37	2, 45
38	2, 57
39	2, 75

Tem=

Temperatur der Wasserdämpfe.	Expansivkraft der Wasserdampfe.
40 Grad Reaum.	2, 92 pariser Zolle.
41	3, 10
42	3, 27
43	3, 47
44	3, 70
45	3, 95
46	4, 25
47	4, 45
48	4, 75
49	5, 00
50	5, 35
51	5, 70
52	6, 05
53	6, 50
54	6, 90
55	7, 32
56	7, 85
57	8, 40
58	8, 85
59	9, 35
60	9, 95
61	10, 40
62	11, 00
63	11, 70
64	12, 40
65	13, 20
66	13, 80
67	14, 50
68	15, 25
69	16, 10
70	16, 90

Tem•

Temperatur der Wasserdämpfe.	Expansivkraft der Wasserdämpfe.
71 Grad Reaum.	17, 80 pariser Zolle.
72	18, 70
73	19, 50
74	20, 60
75	21, 75
76	22, 90
77	24, 15
78	25, 50
79	26, 67
80	28, 00
81	29, 60
82	31, 30
83	33, 00
84	34, 60
85	36, 45
86	38, 10
87	40, 00
88	42, 20
89	44, 30
90	46, 40
91	48, 40
92	50, 50
93	53, 00
94	55, 30
95	57, 80
96	60, 50
97	63, 40
98	66, 20
99	69, 00
100	71, 80
101	75, 00

Temperatur der Wasserdämpfe.	Expansivkraft der Wasserdämpfe.
102 Grad Reaum.	78, 20 pariser Zolle.
103	81, 00
104	84. 00
105	86 80
106	89. 00
107	91, 30
108	93, 50
109	95, 60
110	98, 00

Die Versuche über die Expansivkraft des Dampfes von Alcohol wurden auf die neimliche Art und mit denselbigen Werkzeugen angestellt, als die vorhergehenden. Sie zeigen, daß bey derselbigen Temperatur die absolute Elastizität des Dampfes von Alcohol weit größer ist, als die des Wasserdampfes. Folgendes sind die Resultate dieser Versuche:

Temperatur der Dämpfe des Alcohols.	Expansivkraft der Dämpfe des Alcohols.
0 Grad Reaum.	0, 00 pariser Zolle.
1	0. 00
2	0, 00
3	0, 05
4	0, 09
5	0, 12
6	0, 18
7	0, 25
8	0, 32

Tem-

Temperatur der Dämpfe des Alcohols.	Expansivkraft der Dämpfe des Alcohols.
9 Grad Reaum.	0, 38 pariser Zolle.
10	0, 45
11	0, 50
12	0, 62
13	0, 72
14	0, 82
15	0, 93
16	1, 02
17	1, 12
18	1, 25
19	1, 38
20	1, 52
21	1, 65
22	1, 80
23	1, 95
24	2, 10
25	2, 32
26	2, 52
27	2, 75
28	2, 95
29	3, 20
30	3, 40
31	3, 70
32	4, 00
33	4, 30
34	4, 60
35	4, 95
36	5, 28
37	5, 55
38	6, 00
39	6, 45

Tem-

Temperatur der Dämpfe des Alcohols.	Expansivkraft der Dämpfe des Alcohols.
40 Grad Reaum.	6, 90 pariser Zolle.
41	7, 35
42	7, 82
43	8. 37
44	8, 92
45	9, 48
46	10, 15
47	10, 80
48	11, 50
49	12, 20
50	12, 35
51	13, 75
52	14, 60
53	15, 50
54	16, 40
55	17, 65
56	18, 85
57	20, 00
58	21, 20
59	22, 30
60	23, 70
61	24, 80
62	26, 10
63	27, 40
64	28, 90
65	30, 60
66	32, 00
67	33, 50
68	35, 10
69	37, 20
70	39, 40

Temperatur der Dämpfe des Alcohols.	Expansivkraft der Dämpfe des Alcohols.
71 Grad Reaum.	41, 30 pariser Zolle.
72	43, 50
73	46, 00
74	48, 10
75	50, 20
76	52, 60
77	55, 30
78	57, 90
79	61, 00
80	63, 80
81	66, 90
82	69, 80
83	73, 40
84	76, 90
85	79, 60
86	83, 60
87	87, 10
88	90, 80
89	95, 00
90	98, 00

9.

Ueber die Entstehung des Glaubersalzes in den Salzsoolen bey der Temperatur unter dem Gefrierpunkte, und über ein Mittel, die Salzsoolen von allen ihren zerfließlichen Salzen auf eine leichte und wohlfeile Weise zu befreyen,

vom

Professor Gren.

Die Kenntniß der wechselseitigen Zersetzungen der verschiedenen Neutral- und Mittelsalze unter einander, ist unstreitig ein sehr wichtiger Gegenstand der Untersuchungen des Chemisten, und nicht nur für die ausübende Arzneykunst, sondern auch für viele Gewerbe und Künste wichtig. Viele Salze, die man sonst nur auf eine kostbare Weise aus ihren Bestandtheilen unmittelbar zusammensetzt, lassen sich viel wohlfeiler durch doppelte Wahlverwandtschaften gewinnen. Von sehr vielen Beyspielen hiezu wähle ich nur einige: wie die wechselseitige Zersetzung des schwefelsauren Gewächsalkali und der salpetersauren Kalkerde bey Gewinnung des Salpeters; des schwefelsauren Ammoniaks und Kochsalzes zur Gewinnung des Salmiaks und Glaubersalzes; des Eisenvitriols und der salzigtsauren Talkerde zur Bereitung von Bittersalz; des Glaubersalzes und des weinsteinsauren Gewächsalkali, oder des Kochsalzes und des letzteren zur Verfertigung des Seignettesalzes.

Ferner

Ferner läßt sich durch die Kenntniß dieser wechselseitigen Zersetzungen bestimmen, welche Salze in einer Auflösung zusammen vorkommen können, welche nicht; und so auch z. B. bey der Untersuchung mineralischer Wässer aus dem entschiedenen Daseyn des Einen Salzes beurtheilen, welches andere zu gleicher Zeit mit ihm nicht da seyn könne, und worauf man also bey der Zergliederung des Gehalts sein Augenmerk nicht zu nehmen habe. So z. B. kann da, wo kohlensaures Mineralalkali im Wasser ist, kein Gyps, kein Bittersalz, keine salzigtsaure Talkerde, kein Eisenvitriol, kein salzigtsaures Eisen seyn; wo salzigtsaure Kalkerde ist, kein Glaubersalz, kein Bittersalz, und umgekehrt; wohl aber kann kohlensaure Kalkerde mit Bittersalz und salzigtsaurer Talkerde bestehen. So läßt sich auch daraus schon a priori behaupten, daß alle Untersuchungen mineralischer Wässer sicherlich falsch sind, wo der Zergliederer neben Glaubersalz, oder Bittersalz, salzigtsaure Kalkerde aufführt.

Dem ungeachtet hat man auf diesen Gegenstand nicht den Fleiß in der Untersuchung verwendet, als er verdient, und es ist in dem Felde der doppelten Wahlverwandtschaften dieser Art noch vieles zu bestimmen und zu erforschen übrig.

Ein sehr wichtiger Umstand bey den wechselseitigen Zersetzungen der verschiedenen Neutral- und Mittelsalze unter einander, ist gewiß der Einfluß der Temperatur auf die dabey obwaltenden Umstände. Manche Salze zersetzen sich nicht wechselseitig in der Temperatur über dem Gefrierpunkte, die es in der unter demselben thun; z. B. Alaun und Kochsalz, Bittersalz und Kochsalz. Aber nur erst bey wenigen Salzen hat man hierüber Erfahrungen angestellt.

Die Entstehung des Glaubersalzes in Salzsoolen, in denen ich bey der Untersuchung derselben nichts

davon angetroffen hatte, zur Zeit der Kälte, die unter dem Gefrierpunkte war, hatte lange schon meine Aufmerksamkeit erregt, und mich auf den Schluß gebracht, daß dies Glaubersalz durch eine wechselseitige Zersetzung des Gypses und Kochsalzes in der Temperatur unter dem Gefrierpunkte entstehe. Allein die außerordentlich große Menge dieses Salzes, die sich in dem strengen Winter 179 4/5 auf den benachbarten sächsischen Salzwerken in den Bassins, wo man die gradirte Salzsoolen aufbewahrt, erzeugte, ließ mich bald meinen Irrthum gewahr werden, da die mögliche Quantität des Gypses, die in der Salzsoole enthalten seyn kann, bey weitem nicht dazu hinreichen würde. Eine genauere Untersuchung der Soole, und die entschiedene Gegenwart einer beträchtlichen Menge des Bittersalzes lösten mir das Räthsel sehr bald, und führten mich auf die wahre Entstehung des Glaubersalzes in Salzsoolen, in welchen man vor der Zeit, ehe sie der Frostkälte unterworfen werden, davon keine Spur antrift, nemlich auf die Entstehung aus dem Bittersalze mit dem Kochsalze dieser Soolen. Schon Scheele hat diese Zersetzung beider Salze durch Hülfe der Frostkälte, im Jahr 1785 bekannt gemacht, und gezeigt, wie man durch Ausstellung einer Auflösung von zwey Theilen Bittersalz und Einem Theile Kochsalz in die Frostkälte daraus Glaubersalz gewinnen könne. In der Temperatur unter dem Gefrierpunkte verbindet sich nemlich die Schwefelsäure des Bittersalzes mit dem Mineralalkali des Kochsalzes und constituirt Glaubersalz, während die Talkerde des Bittersalzes mit der Säure des Kochsalzes zusammentritt.

Ich bin jetzt durch Versuch überzeugt, daß alles Glaubersalz, welches man aus Salzsoolen, die sonst nichts davon enthalten, zu Zeit einer hinlänglichen Frostkälte gewinnen kann, aus dem Bittersalze derselben

sei-

seinen Ursprung nehme, und daß Bittersalz und Kochsalz zwar in der Temperatur über dem Gefrierpunkte, aber nicht weit darunter zusammen im Wasser bestehen können *).

Ich versuchte, ob salzigtsäure Talkerde und Glaubersalz in der Temperatur über dem Gefrierpunkte sich wieder wechselseitig zersetzen, und wieder Kochsalz und Bittersalz erzeugen würden; aber vergeblich. Wenn also eine Salzsoole, die Bittersalz enthält, mehrere Grade unter dem Gefrierpunkte erkältet worden ist, so ändert sich ihre Natur und Mischung, und es läßt sich die vorige Beschaffenheit durch Erhöhung der Temperatur nicht wieder herstellen.

Ich will mich nicht bey den Folgerungen, welche die theoretische Chemie in Ansehung der Verwandtschaftsgesetze hieraus ziehen kann, aufhalten, sondern nur auf einen praktischen Umstand hierbey aufmerksam machen, der für Salzsiedereyen von sehr großer Wichtigkeit ist, und der sich aus den vorhergehenden Thatsachen natürlich ergiebt, nemlich:

*) Es giebt freylich auch Salzsoolen, die schon an und für sich eine beträchtliche Menge Glaubersalz enthalten, wie z. B. die der großen Salinen im Departement de la Meurthe in Frankreich nach Herrn Nicolas. Die Soole zu Schönbeck, im Herzogthum Magdeburg, scheint auch hierher zu gehören. Bey der vor einigen Jahren von mir bekannt gemachten Zergliederung derselben, hatte ich auf das Glaubersalz derselben gar keine Rücksicht genommen, und der Gehalt derselben daran steckt mit in dem angegebenen Gehalt an Kochsalz.

Wenn eine Salzsoole neben dem Glaubersalze noch Bittersalz enthält, wohin sehr viele gehören, so wird durch Einwürkung der Frostkälte auf sie, die Menge des erstern vermehrt, und sie verhalten sich also bey der Zergliederung nach der Ausstellung in die Frostkälte anders, als vorher.

In Salzsoolen, welche Bittersalz enthalten, und der Frostkälte unter dem Gefrierpunkte ausgesetzt sind, vermindert sich die Menge des Kochsalzes, und vermehrt sich die Menge der zerfließbaren salzigtsauren Talkerde.

Wenn es also auch auf der einen Seite Gewinn zu bringen scheint, daß man zur Zeit der Winterkälte aus den Bassins, worin man jene Salzsoolen aufhebt, recht viel Glaubersalz holen kann, so entsteht doch auf der andern Seite der große Nachtheil, daß die Soole nun um so viel mehr zerfließbares Salz enthält, folglich nun um so mehr Mutterlauge hinterläßt, und also auch desto schlechteres, desto mehr zerfließbares oder feuchtwerdendes Kochsalz liefert, das keine lange Aufbewahrung und keinen weiten Transport verträgt; wenn ich auch auf die Verminderung der Kochsalzmenge in dieser Soole gar nicht Rücksicht nehmen will. So weiß ich, daß man auf einem Salzwerke die Soole, die der anhaltenden starken Kälte im Winter 1794 — 95 ausgesetzt gewesen war, beym Versieden gar nicht zum gehörigen Körnen bringen konnte, eben wegen der Menge der salzigtsauren Talkerde, die sie jetzt enthielt.

Salzsiedereyen also, die eine Soole versieden, welche Bittersalz enthält, und die ohnedem schon gewöhnlich mit einer Menge salzigtsaurer Talkerde zu kämpfen und sehr viel Vorsicht und Mühe anzuwenden haben, einigermaßen haltbares Salz zu gewinnen, sollten, wenn sie ihre Abnehmer mit gutem Salze versehen wollen, auf die Gewinnung des Glaubersalzes aus der zu versiedenden Soole zur Zeit der Frostkälte Verzicht thun, und diese Soole vielmehr gegen die Frostkälte zu schützen suchen. Wenigstens sollte man die Soole, aus der man durch Frostkälte Glaubersalz gewinnen will, zu schlechterm Salze besonders versieden.

Es erhellet ferner aus der angeführten Thatsache die Unthunlichkeit des Vorschlages, schwache Salzsoolen, wenn sie Bittersalz enthalten, durch Frost concentriren, oder gradiren zu wollen.

Da das Kochsalz im siedenden Wasser viel weniger auflöslich ist, als das Bittersalz, so läßt sich auch erklären, warum vom letztern bey vorsichtiger Behandlung der Mutterlauge sehr viel in derselben zurückbleiben, und diese durch unmerkliches Abdunsten in der Wärme, oder durch Ausstellen in die Frostkälte, entweder auf Bittersalz, oder auf Glaubersalz genutzt werden könne.

Weil endlich auch beym Einkochen der Soole auch Bittersalz und Glaubersalz selbst sich mit ausscheidet und den Pfannenstein bilden hilft, so sieht man nun auch ein, warum man aus diesem Pfannenstein Glaubersalz und Bittersalz auslaugen könne.

In Salzsoolen, welche kein Bittersalz enthalten, erzeugt sich in der Frostkälte kein Glaubersalz, und wenn sie es nicht schon vorher enthalten, so gewinnt man nichts dergleichen aus ihnen, weder aus der Soole selbst, noch aus der Mutterlauge, noch aus dem Pfannenstein.

Salzsoolen, welche salzigtsaure Kalkerde enthalten, wie unsere hiesige Soole, können nach chemischen Grundsätzen weder Bittersalz noch Glaubersalz führen. Diese Salzsoolen gehen also des Vortheils einer Glaubersalzfabrication verlustig; sie haben aber auch dagegen den Vortheil, daß das daraus gesottene Salz vom Bittersalz und Glaubersalz frey ist, wenn sie gleich auch, eben wegen der salzigtsauren Kalkerde ein trocken bleibendes Kochsalz nur mit Vorsicht und Mühe zu liefern im Stande sind.

Die zerfließlichen Salze der Salzsoolen sind in der That für die Salzsiedereyen eine große Beschwerde, die

 wohl

wohl verdient, daß man sich ernstlich damit beschäftige, das Uebel gründlicher zu heben, als es durch die bisher angewandten Mittel geschehen konnte. Diese zerfließlichen Salze sind entweder salzigtsaure Talkerde, oder salzigtsaure Kalkerde, oder beide zugleich. Nur wenn die erstere allein da ist, können die Soolen auch noch Bittersalz und Glaubersalz enthalten*), die zwar das gewonnene Kochsalz nicht zerfließlich machen, aber demselben, wenn sie dabey sind, einen bittern Geschmack ertheilen und seine Güte und Brauchbarkeit vermindern. Manche Salzsoolen enthalten eine solche Menge von zerfließlichem Salze, daß man nicht im Stande ist, ein erträglich haltbares Salz daraus zu sieden. In armen Salzsoolen ist das Verhältniß des zerfließlichen Salzes oft eben so groß, als in reicher, und man sieht leicht, daß durch das Gradieren der ersteren das Verhältniß dieses nachtheiligen Bestandtheiles in der Soole größer, und daß solchergestalt die Soole endlich bey gleichem Gehalt an Kochsalze doch in dieser Hinsicht wieder schlechter wird, als die rohe reichere Soole ist. Da die erwähnten zerfließbaren Salze im Wasser so sehr leicht auflöslich sind, so bleiben sie freylich zuletzt in der Flüssigkeit zurück und bilden die Mutterlauge, und man kann allerdings dadurch, daß man nur das zuerst nieder-

fallende

*) Glaubersalz und Bittersalz können schlechterdings nicht mit salzigtsaurer Kalkerde zusammen in der Auflösung bestehen, wie ich schon oben bemerkt habe. Das erstere giebt damit Gyps und Kochsalz, das andere Gyps und salzigtsaure Talkerde. Wo also salzigtsaure Kalkerde in der Soole zugegen ist, darf man weder auf Glaubersalz, noch auf Bittersalz in derselben rechnen. In Herrn Nicolas Angaben des Gehalts der Soolen zu Dieuze, Chateau-Salins und Moyenvic ist Muriate calcaire (salzigtsaure Kalkerde) neben Sulfate de Soude (Glaubersalz) gewiß ein Fehler, und dafür blos Muriate de magnésie zu nehmen. (Journal de Mines No. 13. S. 24. Tab.)

fallende Kochsalz anwendet, und die rückständige Lauge, ehe man wieder frische Soole in die Pfanne bringt, rein heraus läßt, ein ziemlich reines Kochsalz gewinne. Aber dies aus ist im Großen nicht ökonomisch ausführbar, es würde mit einem unerträglichen Verluste an Kochsalz, an Brennmaterialien und an Zeit verknüpft seyn. Man muß also suchen das Abrauchen der Salzsoolen so weit zu treiben, als es sich thun läßt, und ohne die Mutterlauge der erstern Pfanne abzulassen, wiederum frische Soole einlassen, und sich höchstens blos darauf einschränken, erst gegen das Ende der Siedewoche die Pfanne von der Mutterlauge zu befreyen. Das Verhältniß des zerfließbaren Salzes wird aber dadurch in der Soole der Pfannen stündlich größer, die Lauge desselben concentrirter und diese hängt also auch den Krystallen des gewonnenen Kochsalzes immer um desto mehr an, und macht es desto zerfließlicher, je später das Salz gewonnen worden ist. Dadurch, daß man das nur sparsam abgetröpfelte Salz schnell in die stark erhitzten Trockenkammern bringt, und es sehr stark austrocknet, hilft man der schlechten Beschaffenheit dieses Salzes wahrlich nicht ab; man schadet vielmehr dadurch. Denn eben wegen des zu schnellen Austrocknens der anhängenden Lauge des zerfließlichen Salzes bleibt desto mehr von demselben beym Salze zurück, und das anscheinend trockene Salz wird nachher desto feuchter.

Die salzigtsaure Talkerde oder salzigtsaure Kalkerde machen aber das Kochsalz nicht nur zerfließlich und minder brauchbar zum Transport, sondern auch minder brauchbar zum Einsalzen, indem die Fähigkeit eines Salzes, Fäulniß von Fleisch abzuhalten, mit der Menge der Feuchtigkeit, die es aufzunehmen im Stande ist, ehe es zergeht, im Verhältniß steht.

Ich glaube daher eine wichtige Aufgabe der Salzwerkskunde gelöst zu haben, wenn ich Mittel angebe, die zerfließlichen Salze, die in den Salzsoolen seyn können, noch vor dem Versieden der Soole völlig wegzuschaffen. Ich muß aber gleich im Voraus bemerken, daß das Hauptmittel nur denjenigen Salzsoolen, welche Bittersalz, oder Glaubersalz, oder beides zugleich enthalten, wenig oder nichts kostet, und daß nur diese in dem Vortheile sind, es ohne Ankauf erhalten zu können. Ehe ich mich näher ins Detail einlasse, will ich erst einige Versuche anführen, die sogleich die Theorie der Action meiner Mittel angeben:

1) Man löse 1 Quentchen zerfallenen gebrannten Kalk in gemeiner Salzsäure auf, so daß die Auflösung genau gesättigt ist. Man löse ferner 2 Quentchen zerfallenes, trockenes Glaubersalz in einer hinreichenden Menge Wasser auf. Beide Auflösungen schütte man nun zusammen. Der Erfolg wird seyn, daß sich Gyps niederschlägt und die Auflösung jetzt Kochsalz enthält. Aus den beiden vorigen Salzen, salzigtsaurer Kalkerde und schwefelsaurem Mineralalkali, werden also zwey andere, nemlich salzigtsaures Mineralalkali und schwefelsaure Kalkerde. Diese wechselseitige Zersetzung ist den Chemisten längst bekannt gewesen.

2) Man löse 1 Loth kohlensaure Talkerde in gemeiner Salzsäure auf, so daß die Auflösung vollkommen gesättigt wird und verdünne sie mit Wasser. Man schütte in dieselbige 2½ Quentchen frisch zerfallenen gebrannten Kalk, den man vorher mit Wasser gehörig zusammengerührt hat, oder noch besser frisch gebrannten Kalk, den man mit Wasser zur Kalkmilch gelöscht hat; und 1 Loth trockenes, zerfallenes Glaubersalz. Man schüttele oder rühre alles wohl unter einander. Die Auflösung muß

Wasser

Wasser genug enthalten, damit kein Glaubersalz unaufgelöst übrig bleibe. Nach einigem Stehen und wiederholten Umschütteln seihe man die Auflösung durch. Diese wird nun keine salzigtsaure Talkerde mehr enthalten, wie man gleich durch Kalkwasser prüfen kann. Dies bleibt nemlich klar, wenn man von der Flüssigkeit hineintröpfelt, dahingegen von der salzigtsauren Talkerde ein Niederschlag von Talkerde entsteht. Die durchsichtige Auflösung enthält vielmehr nun Kochsalz und etwas wenigem Gyps; der im Filtrum gebliebene Bodensatz ist Gyps und Talkerde. Statt salzigtsaurer Talkerde, ätzender Kalkerde und schwefelsaurem Mineralalkali erhält, man also salzigtsaures Mineralalkali, schwefelsaure Kalkerde und reine Talkerde. Bey dieser Vermischung der angeführten Materialien verbindet sich also die Schwefelsäure des Glaubersalzes mit der Kalkerde zum Gyps, während das Mineralalkali des erstern mit der salzigten Säure der salzigtsauren Talkerde zum Kochsalz zusammentritt, wobey folglich die Talkerde ausgeschieden wird, die mit dem nicht aufgelösten Antheile des Gypses niederfällt.

Jetzt wird man leicht einsehen, worin meine Mittel bestehen, die zerfließlichen Salze der Soolen wegzuschaffen, nemlich in gebranntem Kalke und Glaubersalze; und zwar ist nach der verschiedenen möglichen Beschaffenheit des Gehaltes der Salzsoolen entweder nur das eine oder das andere, oder sind beide Mittel zugleich anzuwenden.

1) Wenn die Salzsoolen außer dem Kochsalz blos salzigtsaure Kalkerde enthalten, so ist das Glaubersalz allein nöthig. 2) Wenn sie außer dem Kochsalz salzigtsaure Talkerde und Glaubersalz enthalten, so ist der gebrannte Kalk allein hinreichend, vorausgesetzt, daß die nöthige Menge des

Glau-

Glaubersalzes in der Soole schon zugegen sey. Bey Soolen dieser Art würde man also am wohlfeilsten seinen Zweck erreichen. 3) Wenn die Soolen salzigtsaure Talkerde und Bittersalz ohne Glaubersalz enthalten, so ist beides, gebrannter Kalk und Glaubersalz zur Zerstöhrung jener beiden Salze nothwendig; eben dies ist auch der Fall, 4) wenn die Soolen salzigtsaure Talkerde und salzigtsaure Kalkerde zugleich enthalten, wobey sie aus chemischen Grundsätzen kein Bittersalz und kein Glaubersalz führen können. Endlich 5) wenn die Soolen neben der salzigtsauren Talkerde und dem Bittersalz noch Glaubersalz führen, so würde es wiederum blos des gebrannten Kalks nur allein bedürfen, um alle diese Salze zu zerstöhren. In dem Falle, daß die Soolen von der zweyten und fünften Art nicht genugsame Menge des Glaubersalzes enthielten, wäre freylich noch ein Zusatz vom letztern nöthig.

Es bedarf wohl keiner Erinnerung, daß die von mir vorgeschlagenen Mittel kein fremdes Salz in die Soole bringen, sondern in den Fällen, wo sie angewandt werden müssen, die Menge des Kochsalzes der Soole vielmehr vermehren. Der Gyps, der sich in jedem Fall erzeugt, kann keine Einwendung dagegen begründen; denn er ist schon in den mehresten Soolen bis zur Sättigung enthalten, und dann würde sich nichts mehr von ihm auflösen; oder die geringe Menge, die sich auflöst, verunreiniget das Kochsalz nicht, sondern scheidet sich als Pfannenstein früher ab.

Meine Mittel bewürken vielmehr dem nicht minder wichtigen Vortheil, daß sie fremdartige Salze, die dem Kochsalze nachtheilig sind, und ihm einen bittern Geschmack ertheilen, nemlich Bittersalz, Glaubersalz aus der

der Soole wegschaffen, und so zur Darstellung des reinsten Kochsalzes Gelegenheit geben.

Bey der Anwendung meiner Mittel giebt die Soole keine Mutterlauge weiter, und sie kann bis auf den letzten Tropfen zu Kochsalz versotten werden. Der Gewinn, der dadurch an Zeit, an Brennmaterialien und an Salz beym Versieden, und an Zeit beym Trocknen, gewonnen wird, muß Salzwerkskundigen, ohne mein Erinneren, einleuchten. Und doch ist dies nur Nebengewinn, gegen den Hauptgewinn, ein Kochsalz zu erhalten, das rein, nicht zerfließlich, haltbar und luftbeständig ist, und Aufbewahrung und Transport ohne Einschränknng verträgt.

Ein Haupteinwurf gegen die ökonomische Ausführbarkeit meiner Vorschläge könnte mir in Ansehung der Kosten des Glaubersalzes gemacht werden, und dieser Einwurf wäre sehr gegründet, wenn nicht die mehresten Salzsoolen zu der zweyten, dritten, oder fünften der vorher angeführten Arten gehörten, die dasselbe entweder schon enthalten oder sich es zu verschaffen im Stande sind. Salzsoolen nemlich, welche Bittersalz enthalten, bedürfen dazu weiter nichts, als der Frostkälte ausgesetzt zu werden. Ich rathe zu dem Ende eine gehörige Menge der Soole in Bassiins der Winterkälte auszusetzen, damit das Bittersalz in Glaubersalz übergehe, und dann den gebrannten Kalk als Zusatz zu nutzen, um die salzigtsaure Talkerde zu zerstöhren. Den Schlamm, der sich niederschlägt, kann man, wenn man will, auch durch Zusatz von Vitriol zur Bereitung von Bittersalz anwenden.

Bey Salzsoolen der ersten oder vierten Art, die aber nur selten sind, tritt freylich der Fall ein, daß

sie

sie das Glaubersalz ankaufen müssen; bey diesen kömmt also der Reinigungsprozeß höher zu stehen. Allein ich behaupte, daß der geringe Preiß, um welchen das Glaubersalz von den vorher erwähnten Salzsiedereyen geliefert werden kann, hinlänglich durch alle die Vortheile compensirt wird, welche die gereinigte Soole gewährt. Eine Soole müßte schon ungemein schlecht seyn, oder übermäßig viel zerfließbares Salz enthalten, wenn man auf eine Last Salz, die man daraus siedet, ½ oder ¾ Centner Glaubersalz anwenden müßte. Wenn nun die Kosten für das letztere compensirt wurden durch die Menge des mehr gewonnenen Salzes, und durch die Ersparung an Brennmaterialien und an Zeit, so würde es schon um der Abnehmer willen, auch wenn sie gezwungene Abnehmer seyn sollten, Pflicht, diese Reinigung der Soole vorzunehmen.

Eine allgemeine Vorschrift, die von mir vorgeschlagene Methode anzuwenden, läßt sich nicht geben, da sie sich nach der Art der Soole und der Menge der zu ändernden Bestandtheile richtet. Indessen läßt sich für jede Soole der dazu nöthige Weg leicht ausmitteln. Vor allen Dingen aber ist nöthig, daß man die Bestandtheile der Soole, bey der man die Reinigungsmethode anwenden will, genau kenne, und in dieser Hinsicht möchten wohl die mehresten Untersuchungen der Salzsoolen einer Revision bedürfen. Hat man den Gehalt der Salzsoole genau ausgemittelt, so ergiebt sich dann bald, ob man blos Kalk allein, oder Glaubersalz allein oder beide zusammen anwenden müsse. Die dazu nöthige Quantität muß durch unmittelbare Versuche bestimmt werden, die sich aber auch leicht anstellen lassen. Man nimmt zu dem Ende ein bestimmtes Maaß der siedewürdigen Soole, versetzt sie zur Zerstöhrung der zerfließbaren Salze mit den dazu nöthigen Substanzen, und prüft so lange, bis man

den

den gehörigen Grad des Zusatzes getroffen hat, woraus sich denn leicht die nöthige Menge für das Ganze der zu versiedenden Soole finden läßt.

Der Zusatz der erforderlichen Ingredienzen geschieht im Großen in den Behältern, worin man die siedwürdige Soole aufbewahrt, und es wird freylich nöthig seyn, daß noch ein zweytes Behältniß darunter angelegt werde, worin man die geläuterte Soole von dem Bodensatz des Gypses und der Magnesie, der sich bildet, abläßt.

10.

Nachricht
von
Fourcroy's und Vauquelin's Versuchen mit dem Knallsalze *).

Die Gewalt und die Schnelligkeit, womit sich das Knallsalz (Muriate suroxiginé de Potasse) entzündet, und die größeste Anzahl verbrennlicher Körper in Brand setzt, hat den Bürgern Fourcroy und Vauquelin zu neuen Thatsachen Veranlassung gegeben, die sie dem Nationalinstitute in einer öffentlichen Sitzung desselben am 15ten Germinal im 4ten Jahr mittheilten. Schon mehrere Chemisten haben beobachtet, daß dies etwa vor neun Jahren von Berthollet entdeckte Salz, das die Elemente und Phänomene des Blitzes in sich einzuschließen scheint, verpuffe, kleine electrische Funken werfe, und den Schwefel in Selbstentzündung versetze. Ein unglücklicher Versuch zu Essonne im October 1788 zeigte, daß es beym Zusammenreiben mit Schwefel und Kohle, um es in Schießpulver zu verwandeln, sich von selbst entzünde. Nach diesen ersten Beobachtungen von Lavoisier, Pelletier, van Mons, unternahmen Fourcroy und Vauquelin eine Reihe von Untersuchungen über die Würkungen des Salzes auf verschiedene

*) Annales de Chimie par les Citoyens Guyton, Monge, Berthollet, Fourcroy, Adet, Séguin, Vauquelin, Pelletier, C. A. Prieur, Chaptal et van Mons, à Paris (1797). T. XXI. S. 235. ff.

dene bekannte entzündliche Körper. Folgendes sind die hauptsächlichsten von ihnen entdeckten Thatsachen.

1. Drey Theile Knallsalz und ein Theil Schwefel in einem metallenen Mörser zu Pulver gerieben, zeigen dabey vervielfältigte und successive Detonationen, gleich einem Peitschenknall oder Pistolen- und selbst Flintenschüssen, nach Maaßgabe der Heftigkeit der Bewegung und der Stärke des Drucks, den man anwendet. Einige Centigrammen dieses Gemenges auf einem Ambos mit einem Hammer stark geschlagen, bewirken ein Getöse, gleich einem Flintenschuß; man sieht Ströme von purpurfarbenem Lichte um den Ambos. In concentrirte Schwefelsäure geworfen, entzündet sich das Gemenge plötzlich und brennt ohne Geräusch mit einer blendend weißen Flamme.

2. Drey Theile des Salzes, ein halber Theil Schwefel, und ein halber Theil Kohlen, machen noch stärkere Detonationen, als das vorhergehende Gemenge, wenn man sie in dem Mörser reibt, und ein noch stärkeres Getöse, wenn man sie auf dem Ambose schlägt. Die Flamme dieses Gemenges, sowohl beym Verpuffen, als beym Einwerfen in Schwefelsäure, ist heftiger, lebhafter und röther, als die des vorigen.

3. Gleiche Theile Knallsalz und gepulvertes Spießglanz verpuffen beym Stoßen, und bringen mit der Schwefelsäure nur röthliche Funken hervor. Das Zink zu gleichen Theilen, verpufft damit ebenfalls mit einer weißen Flamme; zeigt aber nichts in der Schwefelsäure.

4. Das reguliniſche Arsenik verpufft damit sehr heftig, beym Schlagen mit dem Hammer, und entzündet sich mit ganz außerordentlicher Heftigkeit und Glanze bey Berührung mit der Schwefelsäure. Es erhebt sich bey diesem letztern Versuche ein Rauch, der in der Luft

die Gestalt eines Ringes annimmt, wie beym freywilligen Abbrennen des phosphorhaltigen Wasserstoffgas in ruhiger Atmosphäre.

5. Das Schwefeleisen (Schwefelkies) entzündet sich plötzlich, aber ohne Geräusch beym Zusammenreiben in einem metallenen Mörser. Wird das Gemenge auf einem stählernen Ambos geschlagen, so detonirt es stark und mit einer rothen Flamme.

6. Zinnober, und die schwefelhaltigen Spießglanzkalke verpuffen beym Stoßen mit dem Knallsalze; aber sie entzünden sich mit der Schwefelsäure nicht. Eben dies ist der Fall beym Gemenge aus bloßer Kohle und Knallsalze.

7. Zucker, Gummi's, fette und ätherische Oele, Alcohol, Aether, mit Knallsalze vermischt, so, daß diese letztern flüssigen entzündlichen Substanzen damit einen Brey bilden, haben die Eigenschaft, beym Stoß mit dem Hammer heftig zu verprasseln. Sie geben alle beym Verpuffen eine lebhafte Flamme. Beym bloßen Zusammenreiben verpuffen diese Gemenge nicht, und entzünden sich nicht. Einige davon entzünden sich mit der concentrirten Schwefelsäure; ihr Verbrennen ist aber langsam und successiv.

8. Alle die vorher angezeigten Substanzen, die mit dem Knallsalze vermengt, sich entzünden und plötzlich abbrennen, und durch den heftigen Stoß des Hammerschlags ein beträchtliches Getöse verursachen, bringen eine noch weit stärkere Detonation hervor, wenn man sie zwischen doppeltes Papier preßt, ehe man sie schlägt.

9. Die electrische Erschütterung einer starken Maschine mit einer grossen Batterie, brachte, wie der Stoß, alle vorher angezeigten Gemenge zum Verpuffen, und es verbreitete sich dabey ebenfalls ein lebhaftes Licht.

Was

Was die Theorie dieses sonderbaren Phänomens betrifft, so scheint sie mit derjenigen übereinzustimmen, welche Berthollet in Ansehung der Würkung des Knallsilbers bey der leichtesten Berührung entwickelt hat. Der Druck, wenn er besonders in einem sehr kurzen Zeitraum geschiehet, wie beym Stoß, begünstigt die Vereinigung des Sauerstoffs mit dem entzündlichen Körper; diese Verbindung, die durch den plötzlich aus dem Knallsalze entwickelten Sauerstoff bewürkt wird, ist mit einer plötzlichen Dilatation und der augenblicklichen Bildung von gasförmigen Stoffen begleitet, wodurch die umgebende Luft mit einer so großen Schnelligkeit zusammengedrückt wird, daß daraus ein beträchtliches Getöse entsteht. Das Licht, der Dampf, der jedem der angewandten verbrennlichen Körper eigene Geruch, beweisen, daß eine wahre Entzündung statt findet, deren Gewalt und Heftigkeit die starke Detonation zuzuschreiben ist.

Die durch Schwefelsäure hervorgebrachte Entzündung rührt von der Entbindung der gasförmigen oxygenirten Salzsäure her, in welcher die mit dem Salz vermengten verbrennlichen Materien sich noch plötzlicher entzünden, als im gewöhnlichen oxygenirt-salzsauren Gas.

II.

Auszug aus einer Abhandlung des Herrn Ben. Prevost in Genf, über die Ausflüsse riechender Körper, und über die Mittel, sie dem Gesichte bemerkbar zu machen *).

1. Wenn eine riechende, feste oder flüssige Substanz **) auf eine befeuchtete Platte, oder eine weite Untertasse, die mit einer ganz dünnen Wasserschicht überzogen ist, gelegt wird, so treibt sie diese auf der Stelle weg, und es bildet sich um sie herum ein Raum von einigen Zollen.

2. Wenn Stückchen einer festen, riechenden Materie, oder Stückchen Papier oder Kork, die mit einer riechenden Flüssigkeit getränkt oder bestrichen sind, auf Wasser gelegt werden, so kommen sie sogleich in eine drehen-

*) Annales de chimie T. XXI S. 259. ff. Bey der Uebersetzung ist zugleich auf die Berichtigungen Rücksicht genommen worden, die Herr Prevost im folgenden Heft der Annales beygebracht hat. G.

**) Naphta, Alcohol, Salpetersäure, salpetrigte Säure, Ammoniak, Essig, ätherische Oele, riechende Wässer, Aufgüsse und Säfte von Pflanzen, bringen vorzüglich die Würkung hervor.

drehende Bewegung mit großer Geschwindigkeit. Romieu hatte schon diese Beobachtung mit dem Kampher gemacht, und sie fälschlich von der Electrizität abgeleitet. Man bemerkt selbst an Kampherstücken von 7 bis 8 Quentchen Bewegung.

3. Wenn man in diesem Falle eine riechende Flüssigkeit aufs Wasser schüttet, so wird die Bewegung so lange gehemmt, bis jene verflüchtigt ist. Ein fettes Oel hemmt die Bewegung so lange, bis man das dadurch auf dem Wasser gebildete Häutchen wieder weggenommen hat.

4. Wenn man die Oberfläche des Wassers mit einem Blättchen Metall, Papier, Glas, was man wiederholt hineintaucht und wieder herauszieht, reinigt, bis das erwähnte Häutchen ganz weggebracht ist, so kömmt die drehende Bewegung wieder. Es ist hinreichend, eine Stange Siegellack, ein Stück Wachsstock ins Wasser zu tauchen, und die Tropfen, die sich auf diesen Körpern sammlen, in einem Glase auf das Wasser zu werfen, worauf sich die riechenden Substanzen bewegen, um diese Bewegung zu hemmen. Metall leistet nicht denselbigen Effect, als das Wachs.

5. Es bildet sich um die riechenden Substanzen eine Atmosphäre von Elastischflüssigen, von welcher die angezeigten Würkungen abhängen.

6. Ein Stück Kampher z. B., das drey bis vier Linien ins Wasser getaucht ist, ohne darin zu schwimmen, erregt um sich herum eine zitternde Bewegung in dem Wasser, welche die kleinen benachbarten Körperchen abstößt, und wieder zum Kampher zurückbringt. Der Verfasser zieht daraus den Schluß, daß von dem riechenden Stoff ein elastisches Fluidum, gleich dem Feuer einer Rakete, oder beym Abbrennen eines Schießgewehrs, entweiche.

7. Wenn zwischen der Höhe des Wassers und dem Stückchen Kampher, das man zum Versuch braucht, ein gewisses Verhältniß erreicht worden ist, so entfernt sich das Wasser plötzlich davon, kömmt dann zum Kampher zurück, entfernt sich von neuem, wie durch eine Explosion, deren Rückwürkung (recul) dem Kampherstück eine Umdrehung um sich selbst zu machen veranlaßt.

8. Stückchen Kampher, von der Größe einer Erbse, und andre riechende Substanzen, auf die Fläche eines runden Metallblattes von 4 bis 5 Linien Durchmesser, das auf dem Wasser schwimmt, gelegt, geben dieser Unterlage eine minder lebhafte Bewegung, als die ist, welche der Kampher für sich erhält *). Wenn man das Glas, worin man die Versuche macht, fast ganz mit Wasser anfüllt, und mit einer Platte bedeckt, und so den Contact der Luft unterbricht, so wird die Bewegung schwächer und gehemmt.

9. Der Kampher für sich bewegt sich schneller, als wenn er auf Metallblättchen liegt. Der Verfasser zieht daraus den Schluß, daß der unmittelbare Contact des Wassers die Entwickelung des Fluidums begünstigt, welches die Bewegung hervorbringt.

10. Der Kampher verdunstet dreyßig- bis vierzigmal schneller, wenn er auf Wasser liegt, als wenn er von allen Seiten von der Luft umgeben ist.

11. Während der Kampher sich in die Luft zerstreuet, behält er seine Form und seine mattweiße Farbe; auf dem Wasser hingegen rundet er sich ab, und wird durchsichtig, als wenn er eine Art von Schmelzung erlitt. Man könnte glauben, daß dies von der erhaltenen Bewe-

*) Etwas Naphta auf einem Stanniolblättchen, ertheilt diesem eine schnelle Bewegung.

Bewegung herrühre, wodurch er mehr Oberfläche der Luft darbietet.

12. Bey zwölf gleichen Kampherstückchen, wovon sechs in einer mit recht trocknem, ungelöschten Kalk versehenen Glocke, und sechs andere in einer mit einem nassen Schwamme feucht erhaltenen Glocke aufgehängt waren, war die Verflüchtigung durchaus gleich; und das Wasser, das in diesem Falle den Kampher nicht berührte, schien dazu nichts beyzutragen.

13. Es ist vielmehr dazu nöthig, daß das Wasser ihn unmittelbar berühre; auch zerstreuen sich Kampherstückchen, die auf beständig naß erhaltenem Löschpapier liegen, eben so schnell, und werden eben so durchsichtig, als wenn man sie auf Wasser legt; sie erhalten aber keine Bewegung.

14. Die gemeinschaftliche Würkung des Wassers und der Luft begünstigt also die Entwickelung des Fluidums, das der Grund der Bewegung und der gänzlichen Zerstreuung der riechenden Körper ist.

15. Die Bewegung der riechenden Körper auf dem Wasser wird nach einiger Zeit von selbst gehemmt und hört auf, weil das Wasser alsdann einen starken Geruch erlangt, und die Verflüchtigung nun in allen Punkten seiner Oberfläche gleich stark geschiehet, folglich die kleine Masse sich von der riechenden Flüssigkeit selbst umgeben befindet, die nicht mehr blos Luft ist, und sich darin, wie in gewöhnlichen riechenden Flüssigkeiten auflöst, ohne Bewegung zu erhalten.

Es findet hierbey noch ein bemerkenswerther Umstand statt. Berührt man nemlich mit einer in Oel getauchten Stecknadel, die Oberfläche des Wassers, worauf sich die riechenden Theilchen bewegen, so hören so gleich und blitzschnell die Bewegungen auf; man sieht auf dem

Wasser ein durchs Oel gebildetes Regenbogenhäutchen; das Wasser durchdringt nun die Poren des Oels, wie die des Kamphers, entwickelt daraus ein Fluidum, welches das Wasser verhindert, in die Poren der riechenden Substanz einzudringen; die Bewegung hört auf, weil die letztere jetzt von einem durchs Oel gebildeten Fluidum umgeben ist, das nicht mehr blos Luft ist.

Herr Prevost glaubt mit Recht, daß diese Erfahrungen beytragen können, die Theorie riechender Ausflüsse weiter zu bringen. Er bescheidet sich zwar, diesen Gegenstand nicht erschöpft, er glaubt aber, ein Mittel gefunden zu haben, den riechenden Ausfluß vermittelst des Wassers nicht nur fürs Gesicht, sondern auch fürs Getast bemerkbar zu machen. Vielleicht könnte nach seiner Meynung diese Art von Odoroscop bey mehrerer Vervollkommung ein Odorimeter werden *). Die Ausnahmen, wie z. B. beym Ohrenschmalz, das viel Würkung auf dem Wasser zeigt, ohne merklich riechend zu seyn; und bey den warmen oder feuchten Fingern, sind nur scheinbar. Denn wenn gleich unsere Geruchswerkzeuge daran keinen Geruch wahrnehmen, so können es doch Thiere, bey denen jener Sinn schärfer ist, wie z. B. Hunde Personen durch den Geruch unterscheiden können. Das Odoroscop könnte uns also über diese Ausflüsse Licht verschaffen, wo es uns noch mangelt. So zeigt das Fett von Geflügel, das für uns fast gar keinen, für die Hunde aber einen sehr merklichen Geruch hat, sehr auffallende Merkmale als Odoroscop. —

*) Diese Benennungen sind, wie einige andere neuerlich aufgebrachte, Voces hybridae. Besser wäre Odmoscop und Odmometer. G.

12. Auszüge aus Briefen physikalischen Inhalts an den Herausgeber.

1. Ueber einen phosphorescirenden Sandstein, von Herrn Christ. Sartorius in Jena.

Jena, den 28sten May 1797.

Ich beschäftigte mich vergangenen Winter, in den Dämmerungs-Stunden, mit der Phosphoreszenz einiger bekannten Steine. — Als ich mich bey mehreren bekannten davon überzeugt — und an ihrer Erscheinung ergötzt hatte — gerieth ich auf den Gedanken, auch andere zu untersuchen.

Ich fand, daß ein hiesiger kalkartiger Sandstein sie vorzüglich zeigte — welches vorher noch nicht bekannt war, so viel ich weiß.

Am schönsten nimmt sich das Phänomen aus, wenn man mit einem Kamm über die Oberfläche des Steines hinweg streicht.

Ich löste den Stein durch Salpetersäure auf, schlug die Kalkerde aus der Auflösung durch Pflanzenlaugen-

salz nieder, süßte sie aus, und versuchte, ob sie auch noch leuchte, wenn man im Dunkeln mit einem Messer, oder sonst etwas über sie hinstrich, so auch der Sand; — allein von beiden konnte ich nicht das mindeste bemerken; auch nicht, wenn ich die Kalkerde wieder mit dem Sande vermischte. Das, was die Phosphorescenz verursachte, war also verschwunden. Noch muß ich bemerken, daß, wenn man den Sandstein in glühende Kohlen legt, er anfängt zu phosphoresciren gleich dem Flußspath. Daß es kein Glühen sey, beweiset, — daß, wenn man ein Papier auf ihn legt, es nicht anfängt zu brennen.

Ich habe zwar mehrere Versuche damit angestellet, allein es würde zu weitläuftig werden, sie in einem Brief zusammen zu stellen. Auch habe ich gefunden, daß der braunrothe Gyps ebenfalls durch Streichen phosphorescirt, welches mir vorher ebenfalls nicht bekannt war, zwar nicht in einem so hohen Grade, als wie der Sandstein, doch aber stärker als Quarz, Jaspis u. d. gl. An dem weißen habe ich es nie bemerkt.

Ich glaube, vielleicht mit Recht, daß dieser Stein entweder einen Theil des Lichts oder des Feuers in ein helleres Licht wird setzen können, da die Experimente sehr leicht in einzelnen Gasarten werden angestellt werden können, so wie auch im luftleeren Raume, und ich hoffe, daß bey letzterm eben dasjenige geschehen wird, was beym Feuerschlagen des Herrn Barletti im luftleeren Raume geschah. (Götting. gelehrt. Anzeig. 1795. B. 2. S. 2005.)

Ich erbiete mich, jedem Freunde der Mineralogie, gegen Tausch von diesem Sandstein zu überlassen. Er bricht flözartig, in einem aufgeschwemmten Gebürge, worin sehr oft rother Jaspis zerstreut gefunden wird, allhier.

2.

Von Herrn Franz Christoph Frenzel

zu Grüllenburg bey Freyberg.

Den 23sten Jun. 1797.

— Um meinen Zöglingen eine Vorstellung von dem electrischen Flugrade zu geben, bediente ich mich, in Ermanglung eines solchen Instruments, einer Magnetnadel. Ich bemerkte bald, daß diese eine gleichförmige Richtung hielt, selbst wenn sie in ihrem Laufe gehemmt, und mit Gewalt auf die entgegengesetzte Seite getrieben wurde. Ich machte darauf den Versuch mit einer ähnlichen Nadel von Meßing; auch hier zeigte sich dieselbe Erscheinung, doch mit dem Unterschiede, daß ihre Richtung dem Laufe der Magnetnadel gerade entgegengesetzt war. Ich würde die Versuche auch mit unmagnetischen stählernen Nadeln angestellt haben, aber Mangel an Instrumenten hinderten mich daran. Vielleicht kann eine mechanische Ursache zu Grunde liegen, die ich aber nicht habe entdecken können; denn meine Nadeln sind weder excentrisch, noch unegal gearbeitet; vielleicht aber kann auch ein noch unentdecktes Verwandtschaftsgesetz diese Wirkung hervorbringen. Letzteres scheint ein kleiner Taschencompaß, den ich in Gestalt einer Uhr bey mir trage, einigermaßen zu bestätigen. Denn wenn das obere Glas in der Tasche durch Friction electrisch geworden ist, so braucht die Nadel allezeit einige Zeit, ehe sie in Lauf kömmt, weil die Spitze mit vieler Gewalt von dem Glase angezogen wird. Sollten mehrere Versuche diese Erscheinung bestätigen, so ließ sich vielleicht die Richtung der Magnetnadel nach Norden aus einem Zusammenhange mit den Nordlichtern am besten er-

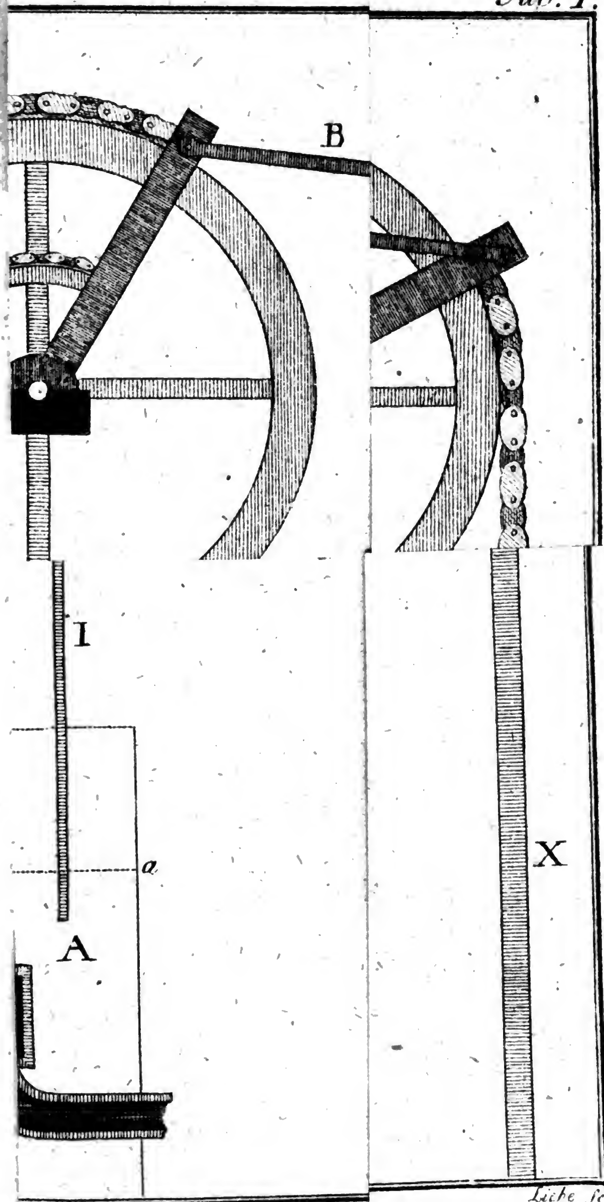
erklären, und die Meinung von einem electrischen Nord- und Südpole unserer Erde würde eine Bestätigung mehr erhalten, da man überdieß schon einen Einfluß der Nordlichter auf die Magnetnadeln bemerkt hat.

Ich las im 388sten Stück der Jen. Litteraturzeitung vom Jahr 1796 eine sehr auffallende Beobachtung, die meiner nun seit drey Jahren gemachten Erfahrung durchaus widerspricht, und deswegen erlaube ich mir diesen Zusatz. Das Barometer soll nemlich bey herannahenden Gewittern steigen, und bey wegziehenden wieder fallen. Nach meinen Beobachtungen fiel allezeit bey herannahenden Gewittern das Baromter so regelmäßig, daß ich seine Ankunft schon mehrere Stunden vorher ansagen konnte, während des Gewitters blieb es auf seinem angenommenen Standpuncte, und erst, nachdem es sich entfernte, fing auch das Quecksilber an zu steigen. Ja, bey einem heftigen Gewitter, das gerade über uns schwebte, war das Barometer in einer beständigen Oscillation. In jedem Monate ist der Gewitterstandpunct aber am Barometer verschieden, im Junius und Julius steht er am niedrigsten, im May und August höher. Nach de Lucs Theorie läßt sich nach meiner Meinung diese Erscheinung sehr gut erklären, weil schon vor dem Ausbruch des Gewitters eine Zersetzung der Luft in Wasser erfolgen muß, wodurch ihre Elasticität vermindert wird. Aus demselben Grundsatze lassen sich auch die Stürme, die die Gewitter gemeiniglich begleiten, genugthuend erklären; denn durch die electrischen Schläge entsteht nun eine stärkere Zersetzung.

Inhalt.

8. Ver-

Tab. I.





rmige Dampfmaschine.

Tab. III.



No. 2.

Tab. IV.



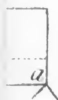
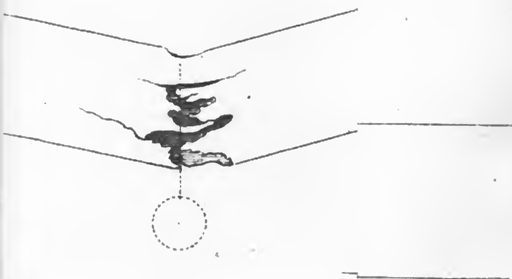


Fig. 8.



Neues Journal der Physik.

Des vierten Bandes drittes Heft.

Herausgegeben

von

D. Fr. Albr. Carl Gren,
Professor zu Halle.

Nebst zwey Kupfertafeln.

Leipzig,
bey Joh. Ambr. Barth. 1797.

Jeder Band dieses Journals wird in vier Stücken zu 8 — 9 Bogen in gr. 8 nebst ein und zwey Kupfertafeln ausgegeben. Monatlich erscheint ein Stück à 10 Ggr. oder jährlich drey Bände zu 5 Thlr. Die resp. Interessenten machen ihre Bestellungen einzelner Exemplare jedesmal auf einen Band von vier Stücken mit 1 Thlr. 16 Ggr. bey allen guten Buchhandlungen, den löblichen Postämtern, Zeitungs- Intelligenz- und Addreßkomtoiren, in und ausser Deutschland, für welche das Königlich-Preußische Grenz Postamt in Halle durch die Königl. Preußischen Staaten, und die Churf. Sächs. Zeitungsexpedition in Leipzig durch Sachsen die Hauptversendung übernommen haben.

Briefe, Beyträge und Aufträge dies Journal betreffend erbitten wir uns Franco.

J. A. Barth,

Buchhändler in Leipzig.

Philoikos zur Beförderung häuslicher Tugend und Glückseligkeit, von Joh. Carl Pischon, zweyten Prediger der evang. reform. Domgemeine in Halle. Erste Abtheilung, gr. 8. Leipzig 1797 bey Joh. Ambr. Barth. 21 Ggr.

Je herzerhebender Beyspiele von häuslicher Glückseligkeit dem menschenfreundlichen Beobachter sind, um so trauriger macht ihn die Bemerkung, wenn viele nur einen geringen, höchstens nur vorübergehenden Werth darin setzen, oder gar die Schuld auf den Stand selbst oder die Verbindung, die ein so festes Band um sie schließt, fallen lassen. Unser Verfasser konnte daher gewiß keinen glücklichern Gedanken fassen, als über die wichtigsten und delikatesten Materien der häuslichen Verhältnisse Belehrungen, geprüfte Vorschriften und zweckmässige Anweisung zu Erlangung derselben zu geben, und Recens. gesteht ihm gern zu, daß er durch dieses Familienbuch dem Ruhme, den er durch eine Sammlung Predigten sich schon früher erwarb, nicht nur neue Festigkeit gegeben, sondern sich

auch seinen Platz unter unsern bessern ascetischen Schriftstellern gesichert hat. Wer also für häusliche Glückseligkeit Sinn hat und wem sie wirklich am Herzen liegt, dem lehrt er dieselbe anfangs nach ihren Bestandtheilen, nach ihrem Werthe u. s. w. kennen lernen, dann führt der Verf. seine Leser auf die zur Beförderung derselben abzweckenden Pflichten, so wie er sie auf die sie zerstörenden Fehler aufmerksam macht. Z. B. Wie können Zwietracht und Uneinigkeiten in Familien am sichersten vermieden werden? Zerstreuung kann nicht mit häuslicher Glückseligkeit bestehen; wofür sich eine Familie zu hüten habe, deren Glücksumstände sich verbessern; über Prachtliebe und unnöthigen Aufwand, über das Spiel, über die Laune, Modesucht, Herrschaft in der Ehe u. s. w. Der Verf. bleibt bey diesen Belehrungen nicht blos allgemein, sondern wird oft sehr speciel, ohne die Delikatesse im geringsten zu beleidigen. Ueberall ist für Abwechselung gesorgt, und die Form der Betrachtungen macht das Buch noch empfehlungswerther für die, die schon eine gewisse Bildung erhalten haben und dieser manche Vorkenntnisse verdanken. Recens. würde diese Schrift gern in alle Häuser einführen, wenn es ihm möglich wäre und fordert den Verf. auf, die versprochene zweyte Abtheilung ja bald folgen zu lassen, da er für Familienleiden, auf welche derselbe Rücksicht nehmen will, Trost und Erleichterung zu schöpfen, sich im voraus verspricht.

Bey Barth in Leipzig erschien in lezter Jub. Messe 1) M. G. C. Dolz Leitfaden zum Unterricht in der allgemeinen Weltgeschichte, 8. 5 Ggr. 2) S. U. A. Viehts Anfangsgründe der Naturlehre für Bürgerschulen, 8. 20 Ggr.

Wenn reichhaltige Kürze, richtiger Ueberblick des Umfangs und auf das Bedürfniß und zweckmäßige Auswahl der Materien schon Kennzeichen guter Lehrbücher sind, so bedürfen diese gewiß keiner besondern Empfehlung. Es sey indeß genug hier anzuzeigen, daß beide Verfasser immer ihren Zweck vor Augen hatten. M. Dolz schon bekannten edlen Vortrag findet man hier wieder, dabey hat er immer mehr solche Begebenheiten, welche sich auf Religion, Aufklärung, Sittlichkeit und Industrie beziehen, auszuheben gesucht, als Staatsveränderungen und Kriege, ohne diese zu übergehen; und ohnerachtet die wichtigen Entdeckungen der lezten Jahrhunderte und die neuen politischen

Begebenheiten bis auf die neuesten Zeiten sich so sehr häufen, so hat er doch das unangenehme Skeletartige Ansehen glücklich zu vermeiden gewußt. — Herr Vieth verbindet mit Deutlichkeit und Ordnung einen solchen Grad der Ausführlichkeit, daß nicht blos die Lehrsätze theoretisch erläutert, auch immer die neuesten Entdeckungen eingewebt sind, sondern die Ursache selbst genau beschrieben, mehrentheils mit solchen Beyspielen belegt werden, wie sie gerade dem künftigen Bürger am nöthigsten sind. Lehrer in Schulen werden dieses neue Lehrbuch von ihm eben so gern benutzen, als ihnen seine mathematischen Lehrbücher schon rühmlichst bekannt sind.

Joh. Chr. Maiers Beschreibung von Venedig, zweyte durchaus verbesserte Auflage mit Grundrissen und Kupfern, 1—4ter Theil, gr. 8. 1795 und 1796, Leipzig bey Joh. Ambr. Barth. 5 Rthlr. 4 Ggr.

Eben den richtigen Beobachtungsgeist, die reine Sachkenntniß und den unermüdeten Fleiß des Verf. durch welche diese Beschreibung schon in der ersten Auflage sich so vortheilhaft auszeichnete und einen so vorzüglichen Werth für die Politiker, Geographen, Geschichtforscher, Philosophen und besonders auch als Leitfaden für den Reisenden im Venetianischen Gebiet hat, finden wir in den Zusätzen und Verbesserungen wieder. Es ist keine Mühe gespart um die Ortbeschreibungen zu berichtigen, das Verzeichniß merkwürdiger Dinge zu completiren und die geographische Beschreibung vollständiger zu machen. Die wichtigsten Zusätze hat unserer Meynung nach der zweyte Band erhalten, besonders in dem Abschnitt von der Staatsinquisition, über den Advokatenstand, über Lotto u. s. w. Das dreyzehnte Buch über Sitten und Gebräuche ist durchaus mit höchst interessanten und charakteristischen Zusätzen, die keinen Auszug leiden, vermehrt, und der vierte Theil ist noch neu hinzugefügt worden. Die jetzige Lage Venedigs muß die Begierde dieses Werk zu studieren, gewiß bey vielen, die es noch nicht kennen, noch mehr entzünden, und gewiß wird es unter jeder Staatsveränderung, die Venedig betreffen möchte, immer als ein klassisches Werk bestehen.

I.

Ueber die Expansivkraft, Dichte und latente Hitze des reinen Wasserdampfes bey verschiedenen Temperaturen.

Die Lehre von den Dämpfen, und insbesondere von den Wasserdämpfen (welche wegen ihrer häufigen Gegenwart in der Atmosphäre, und dem großen Antheil, welchen sie bey den metereologischen Phänomenen haben, den Naturforscher besonders interessiren), hat erst von der Zeit an Licht erhalten, da man anfieng, die Dämpfe als besondere, von der Luft verschiedene, elastische Flüssigkeiten zu betrachten, welche aus der Verbindung des Feuers mit einem festen oder tropfbaren Körper entstehen.

De Luc hat diesen Satz zuerst von den Wasserdämpfen in seinem Werk über die Atmosphäre behauptet, und ihn hernach viel bestimmter und allgemeiner in seinen Ideen über die Metereologie, und in einzelnen Abhandlungen, welche theils in Rozier's Journal der Physik, theils in den philosophischen Transactionen eingerückt worden sind, vorgetragen. Ich setze aus einer der letztern (Gren's Journ. der Physik 8 B. S. 143 f.) einige Hauptsätze der de Lucischen Lehre von den Wasserdämpfen hierher.

Der Wasserdampf ist eine elastische Flüssigkeit, welche aus der Verbindung des Wassers mit dem Feuer entsteht. Blos von dem einen Bestandtheil, dem Feuer, rühret die Expansivkraft des Wassers her, welche daher mit

mit der erhöhten Temperatur wächset. Bey der Siedhitze des Wassers ist die Expansivkraft des Wasserdampfes dem Druck der Atmosphäre gleich. Die Beständigkeit in der Temperatur der Siedhitze rühret blos davon her, daß sich eine Menge Dampf sowohl innerhalb, als auf der Oberfläche des siedenden Wassers bildet, welcher, indem er den Druck der Atmosphäre überwindet und als ein specifisch leichteres Fluidum in dieselbe entweicht, die aus dem Feuer zuströhmende Wärme an sich reißt und mit sich fortführet. Die Verstärkung des Feuers dienet nur zur Beschleunigung der Dampfbildung, nicht zur Vermehrung der Hitze im siedenden Wasser. Die Siedhitze nimmt mit dem Druck der Atmosphäre ab und zu, weil in jenem Fall der Dampf eine mindere, in diesem eine stärkere Expansivkraft erhalten muß, um den Druck der Atmosphäre zu überwinden, die Temperatur des Dampfes aber, folglich auch des siedenden Wassers, mit der Expansivkraft des Dampfes ab- und zunimmt.

Der Wasserdampf bildet sich an der Oberfläche des Wassers, nicht blos bey der Siedhitze, sondern bey jeder Temperatur. Der bey geringern Graden der Wärme gebildete Wasserdampf unterscheidet sich von dem durch die Siedhitze gebildeten blos durch eine geringere Expansivkraft, und weil diese kleiner als der Druck der Atmosphäre ist, so kann das Verdampfen bey geringern Graden der Wärme nur an der Oberfläche, nicht im Innern des Wassers, statt finden. Der Wasserdampf steigt zwar als eine specifisch leichtere Flüssigkeit in der Atmosphäre in die Höhe, er vermischt sich aber mit der Luft blos mechanisch und behält in dieser Mischung seine distinctiven Eigenschaften bey. Diese rühren größtentheils von der losen Verbindung seiner beiden Bestandtheilen her, wobei jeder derselben noch besondern Verwandtschaftsgesetzen unterworfen bleibt. Die Wärme des Dampfes behält zum

Theil

ihr Bestreben sich mit der Temperatur des umgebenden Mittels ins Gleichgewicht zu setzen, und die Wassertheile ihren Hang sich untereinander oder mit den umgebenden Körpern, zu welchen sie Verwandtschaft besitzen, zu vereinigen. Daher rühret die Zersetzung des Wasserdampfes, wenn man ihn fortdauernd einer kältern Temperatur aussezt, als diejenige war, wobey er sich bildete.

Ein Theil der Wärme des Dampfes, nämlich die in den Zwischenräumen enthaltene, entweicht in das umgebende Mittel und die Wassertheilchen nähern und vereinigen sich zum Theil durch ihre Anziehkraft; hierdurch wird neues Feuer frey, welches wieder entweicht und eine wiederholte Zersetzung des Dampfes veranlasset, die so lange dauert, bis die Temperatur des Dampfes zur Temperatur des umgebenden Mittels kommt. Eine andere Ursache der Zersetzung des Wasserdampfes bey unveränderlicher Temperatur liegt in dem Hang der Wassertheilchen sich zu vereinigen, sobald ihre Entfernung im Dampf eine gewisse Gränze überschritten hat. Daher kann der Wasserdampf in verschlossenen Gefäßen sowohl durch eine äussere mechanische Gewalt als durch innere Verdichtung seiner Theilchen völlig zerstöhret werden, wobey die Wärme die Gefäße durchstreicht, und das Wasser als tropfbar flüssiger Körper zurückbleibt. Das Minimum der Entfernung der Wassertheilchen im Dampf, oder das Maximum der Verdichtung des Dampfes, bevor eine Zersetzung erfolgt, ist eine veränderliche Größe, und nimmt mit der Temperatur ab und zu.

Eine dritte Ursache, welche jedoch nur eine partielle Zersetzung des Wasserdampfes bewirken kann, ist die im Dampf noch fortdauernde Verwandtschaft der Wassertheilchen zu den umgebenden Körpern, wodurch diese dem Dampf einen Theil seines Wassers entziehen; weil aber eben dadurch ihre Ziehkraft gegen das noch übrige Wasser

des Dampfes vermindert, und zugleich die Temperatur des Dampfes durch die freywerdende Wärme erhöht wird, so kommen beide Kräfte, die Verwandtschaft der umgebenden Körper und der Wärme gegen das Wasser des Dampfes bald mit einander ins Gleichgewicht, so lange sich die Temperatur nicht ändert. Auf der zuletzt genannten Ursache der Zersetzung der Wasserdämpfen beruht die ganze Classe der hygrometrischen Erscheinungen, welche ich hier übergehe, da sie nicht zunächst für den Zweck dieser Abhandlung gehören. De Luc gründete seine hier kurz erwähnte Theorie der Wasserdämpfe theils auf schon bekannte Thatsachen, theils auf Beobachtungen und Erfahrungen, welche zum Theil von ihm, zum Theil von Saussüre und Watt angestellt worden sind. Des Letztern treffliche an den in England befindlichen Dampfmaschinen im Großen angestellten Erfahrungen sind bis jetzt nur unvollständig bekannt geworden. Vielleicht ist dies eine der Hauptursachen, warum man bisher die delucciſche Theorie der Dämpfe so sehr bestritten hat, und zum Theil bis auf diese Stunde bestreitet.

Es war schon längst mein Vorsatz, den Inbegriff der Thatsachen, worauf sich diese Lehre stützt, so weit es mein Apparat von Werkzeugen erlaubt, zu wiederholen, um dadurch entweder die gegen diese Lehre gemachten Zweifel zu widerlegen, oder, wenn sie gegründet seyn sollten, die Theorie durch unmittelbare Thatsachen zu berichtigen. Andere Beschäfftigungen und Hindernisse hielten mich bisher immer von der Ausführung dieses Vorhabens zurück. Indessen erlangte de Lucs Theorie von den Dämpfen durch Betancourts vortreffliche Versuche (Betancourt Mémoire sur la force expansive de la vapeur de l'eau et de l'esprit de vin, lû à l'Academie R. des sciences à Paris 1790.) über die Expansivkraft der Wasserdämpfe bey verschiedenen Graden der Tem-

Temperatur von der Eiskälte bis zum 110ten Grad der 80theiligen Scale des Quecksilberthermometers eine neue und evidente Bestätigung. Da sich der größte Theil dieses Aufsatzes mit der Wiederholung der Betancourtischen Versuche beschäftiget, und meine Resultate nicht ganz mit denen von Betancourt übereinkommen, so sey es mir erlaubt, die leztern nebst dem von Betancourt dabey beobachteten Verfahren kürzlich hier anzuzeigen.

Sein Apparat bestand aus einem verschlossenen 12 Zoll hohen kupfernen Topf A, (fig. 1. T. I.), dessen Deckel mit Schlagloth ausgelöthet war. In der obern Fläche des Deckels befanden sich drey Oeffnungen, welche durch Schrauben wieder verschlossen werden konnten. Die eine a diente dazu, Wasser in den Topf zu bringen, durch die Schraube der andern gieng ein Quecksilberthermometer, dessen Scale sich ausserhalb des Topfes befand, und durch die dritte c ein heberförmiges Barometer, dessen langer oben verschlossener Schenkel 110 Zoll betrug. Zwischen den beiden Schenkeln des Barometers gleitete eine bewegliche Scale auf und ab, deren Anfangspunkt bey jeder Beobachtung auf das veränderliche Niveau des Quecksilbers in beiden Schenkeln gestellt wurde. Zur Seite gieng überdies eine gekrümmte mit einem Hahnen versehene bleierne Röhre d aus dem Topf, welche mit einer Luftpumpe in Verbindung gebracht, zur Evacuirung des Topfes diente. Betancourt stellte mit diesem Apparat vier Reihen von Versuchen über die Expansivkraft der Wasserdämpfe an.

Bey der ersten Reihe wurde der Topf bis auf $\frac{1}{20}$, in der zweyten bis auf $\frac{1}{4}$, in der dritten bis auf $\frac{1}{2}$, und in der vierten bis zu $\frac{3}{4}$ mit destillirtem Wasser angefüllt. Hierauf wurde die über dem Wasser befindliche Luft vermittelst der Luftpumpe so gut wie möglich, weggeschaft, und der Stand des Barometers, in dem der ganze Ap-

parat durch ein Gemisch von Schnee und Salz zur Temperatur der Eiskälte gebracht wurde, beobachtet. Wenn unter diesen Umständen das Quecksilber im Barometer noch einige Linien über dem Niveau stand, so wurde dies dem Druck der noch im Topf zurückgebliebenen Luft zugeschrieben, und die Expansivkraft der Wasserdämpfe bey der Temperatur der Eiskälte als eine nicht meßbare Größe = 0 gesetzt. Nach diesen Vorbereitungen wurde der Topf über eine Glutpfanne voll glühender Kohlen gebracht, sehr langsam erwärmt, und der Stand des Thermometers von Grad zu Grad nebst den zugehörigen Höhen des Quecksilbers im Barometer beobachtet. Diese Höhen gaben, nach Abzug des vorhin erwähnten von der zurückgebliebenen Luft herrührenden Drucks, die Expansivkraft des eingeschlossenen Wasserdampfes bey jedem Grad der Temperatur von 0° bis 110°. Die Resultate der vier angezeigten Reihen von Versuchen fielen etwas verschieden aus. Betancourt schreibt dies blos dem Umstand zu, daß in den drey ersten Reihen die Kugel des Thermometers nicht so tief unter Wasser getaucht war, als in der leztern, und daher der Gang dieses Werkzeuges der mit der zunehmenden Wärme wachsenden Expansivkraft des Dampfes in den drey ersten Reihen von Versuchen nicht schnell genug habe folgen können. Daher hält er die Resultate der letzten Reihe, welche die Expansivkraft des Wasserdampfes bey gleichen Temperaturen etwas kleiner giebt als die erstern Reihen, für die richtigsten. Die Folge wird zeigen, daß sich Betancourt hierin geirret habe. Ich setze einen Auszug der vier von ihm angestellten Reihen von Beobachtungen von 5 — 5 Graden der Wärme zur Vergleichung der von mir angestellten, unten folgengenden Versuche hierher.

Erste

Erste Tafel.

Grade der Wärme	Expansivkraft der Wasserdämpfe in Hunderttheilen von Quecksilberzollen.			
nach dem 80theil. Quecksilbertherm.	$\frac{1}{10}$ Wasser I	$\frac{1}{4}$ Wasser im II	$\frac{1}{2}$ Wasser Kessel III	$\frac{3}{4}$ Wasser IV
0	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
5	0, 09	0, 10	0, 05	0, 02
10	0, 15	0, 27	0, 17	0, 15
15	0, 28	0, 45	0, 35	0, 35
20	0, 47	0, 75	0, 62	0, 65
25	0, 82	1, 00	1, 00	1, 05
30	1, 25	1, 52	1, 50	1, 52
35	1, 85	2, 12	2, 15	2, 15
40	2, 70	2, 97	2, 90	2, 92
45	3, 75	4, 10	4, 00	3, 95
50	5, 75	5, 60	5, 50	5, 35
55	8, 30	7, 80	7, 55	7, 32
60	11, 40	10, 35	10, 10	9, 95
65	15, 30	13, 70	13, 25	13. 20
70	19, 50	17, 50	17, 50	16, 90
75	24, 80	22, 80	22, 35	21, 75
80	31, 40	29, 00	28, 60	28, 00
85	39, 90	37, 70	37, 00	36, 45
90	49, 70	47, 80	47, 20	46, 40
95	61, 20	59, 20	58, 20	57, 80
100	75, 00	73, 00	72, 40	71, 80
105	89 00	85, 80	84, 90	86 80
120	120, 50	99, 00	98, 00	98, 00

Die Zahlen der Columne IV trug Betancourt als rechtwinklichte Coordinaten auf eine in gleiche Theile getheilte Abscissenlinie, und legte durch die Endpuncte der Ordinaten eine krumme Linie, welche zwar eine regelmäßige Krümmung erhielt, aber weder mit einem der Kegelsschnittte noch der logarithmischen Linie zusammentreffen wollte. Nach mehrern vergeblichen Versuchen eine Gleichung für die krumme Linie zu finden, wandte Betancourt eine von Prony entdeckte Näherungsmethode an, um das Gesetz zwischen den veränderlichen Graden der Wärme und der Expansivkraft der Wasserdämpfe zu bestimmen. Der allgemeinen Ausdruck dieser Näherungsmethode sind Glieder der folgenden Reihe $y = e^{\mu + \lambda x}$

$$e^{\mu' + \lambda' x} \quad e^{\varrho + \lambda'' x} \quad e^{\varrho' + \lambda'' x} - - -$$

wo das Gesetz zwischen den veränderlichen Größen x und y durch die unbestimmten Exponenten μ, λ, μ' λ' u. s. w. gegeben ist, e ist $= 10$ oder die Basis des gemeinen logarithmischen Systems. Die unbestimmten Exponenten μ, λ u. s. w. müssen aus den beobachteten zusammengehörigen Werthen von x und y hergeleitet werden, und es erhellet, daß man so viele Beobachtungen nehmen muß, als Größen bestimmt werden sollen, weil jede Beobachtung eine Gleichung giebt. So würden die unbekannten Exponenten von zwey Gliedern der Reihe vier Beobachtungen, von vier Gliedern der Reihe acht Beobachtungen und so weiter erfordern. Läßt man nun y die Expansivkraft des Wasserdampfes in Zollen des Barometers ausgedruckt, x den Grad der Wärme des achtzigtheiligen Queckſilber Thermometers bedeuten, so reichen zwey Glieder der Reihe

$$y = 10^{\mu + \lambda x} - 10^{\mu' + \lambda' x} - 10^{\varrho + \lambda'' x} + 10^{\varrho' + \lambda''' x}$$

hin, die Werthe von y von 0° — 80°, vier Glieder

von

von 80° — 110° zu berechnen, wenn man für die unbestimmten Exponenten folgende Zahlen schreibt.

μ =	0,068831	ϱ' =	— 3,9376
λ =	0,019438	λ'' =	— 0,058622
λ' =	0,013490	λ''' =	0,049220
ϱ =	— 4,689760		

Die Werthe von μ, μ' sind einander gleich, wie leicht daraus erhellet, weil für $x = 0$, wo y durch die beiden ersten Glieder ausgedrückt wird, $y = 0$ seyn soll, folglich $10^{\mu} = 10^{\mu'}$ d. i. $\mu = \mu'$.) Die nach dieser Methode berechneten Werthe von y für x von 5 — 5 Graden sind folgende.

x		y	x		y
0	—	0,0000	55	—	7,2798
5	—	0,1038	60	—	9,6280
10	—	0,2304	65	—	12,6687
15	—	0,4258	70	—	16,577
20	—	0,6872	75	—	21,587
25	—	1,0402	80	—	28,006
30	—	1,5019	85	—	35,984
35	—	2,1374	90	—	45,870
40	—	2,9711	95	—	75,801
55	—	4,0399	100	—	71,552
50	—	5,4453	105	—	85,992
			110	—	98,356

Diese Werthe von y stimmen mit den durch Beobachtung gefundnen unter der Columnen IV allerdings sehr gut überein, und beweisen, daß die Pronysche Näherungsmethode, so weit Betancourts Versuche reichen, denselben sehr gut angepasset werden kann. Indessen darf man den durch vier Glieder der Reihe gegebenen Ausdruck für y schlechterdings nicht jenseits der Gränzen

der Beobachtungen ausdehnen wollen, wie leicht daraus erhellet, weil dieser Ausdruck für $x = 115$ $y = 99{,}92$

$x = 120$ $y = -8\,66$

im letztern Fall schon einen verneinten Werth von y giebt, welches offenbar ungereimt ist, weil die Expansivkraft der Wasserdämpfe mit der Temperatur immer zunehmen muß. Man sehe hierüber Voigts Prüfung der Pronyschen Formel in Grens n. Journ. 1 B. S. 33. Ich bemerke nur, daß nach der daselbst mitgetheilten Tafel y zuerst für $x = 125$ einen verneinten Werth erhält, weil die Werthe der Exponenten μ λ u. s. w. nach Hrn Langsdorf etwas von den oben aus Betancourts Schrift mitgetheilten abweichen.

Soll also die Pronysche Näherungsmethode die Expansivkraft des Wasserdampfes auch über 110° Wärme ausdrücken, so muß man mehr als vier Glieder der Reihe, etwa 6, 8 und so weiter, in Rechnung bringen. Dadurch würde aber der Gebrauch der Formel, welcher bey vier Gliedern schon nicht sehr bequem ist, immer unbequemer werden, und, was das Schlimste ist, da in der gefundnen Reihe positive und negative Glieder mit einander abwechseln, d. i die Fehler der vorhergehenden Glieder, durch die nachfolgenden Glieder verbessert werden, so wird man selbst durch Fortsetzung der Reihe vermittelst erweiterter Beobachtungen das allgemeine Gesetz zwischen der Expansivkraft der Wasserdämpfe und der Temperatur (wenn wirklich eines statt hat) nicht finden. *)

Wenn

*) Nachdem ich die Abhandlung beynahe vollendet hatte, erhielt ich den zweyten Theil von Pronys vortreflicher nouvelle Architecture Hydraulique. Ich ersehe hieraus, daß dieser gelehrte Mathematiker seine Formel für die Expansivkraft des Wasserdampfes nach den Betancourtischen Versuchen auf drey Glieder mit veränderlichen Exponenten von nachstehender Form gebracht hat,

$z =$

Wenn man auf die physische Ursache der Entstehung der Wasserdämpfe, so wie der Dämpfe überhaupt zurückgeht, so erhellet, daß bey der Bildung eines jeden Dampfes (den Druck der Luft auf die Oberfläche des verdampfenden Körpers ganz bey Seite gesetzt) zwey Kräfte sich einander entgegen wirken, die anziehende Kraft der Theilchen des verdampfenden Körpers, und die expandirende Kraft der Wärme. Die leztere Kraft steht wieder im zusammengesetzten Verhältniß der stoßenden Kraft der sich frei

$$z = \mu_{,}\, y_{,}^{x} + \mu_{,,}\, y_{,,}^{x} + \mu_{,,,}\, y_{,,,}^{x}$$

wo z die Expansivkraft, x den Grad des reaum. Thermometers.

$\mu' = -\ 0,00000072460407$

$\mu_{,,} = +\ 0,8648188303$

$\mu_{,,,} = -\ 0,8648181057$

$y_{,} = 1,142805$

$y_{,,} = 1,047773$

$y_{,,,} = 028189$ bedeuten

Diese Formel drückt die Betancourtischen Versuche fast noch genauer aus, als die oben angegebene.

Es ist Schade, daß Prony gar keinen Zweifel in die Richtigkeit der Betancourtischen Versuche setzte, und nur auf die Darstellung einer Näherungsformel bedacht war. Er suchte auf einem weitläuftigern Weg, was er auf einem viel kürzern hätte finden können. Prony hat in dem vor mir liegenden Aufsatz, welcher Sur les lois de la dilatabilité dès fluides elastiques et sur celles de la force expansive, dans le vuide, de la vapeur de l'eau, et de la vapeur de l'alkool à differentes temperatures überschrieben und auch in dem Journal polytechnique abgedruckt ist, seine Näherungsmethode umständlich auseinander gesetzt, und sie zugleich auf die von Prieur angestellten Versuche über die Ausdehnbarkeit der Gasarten angewendet. Aber auch diese Versuche bedürfen, nach meiner Ueberzeugung, einer großen Berichtigung, wie ich in dem andern Theil meiner Abhandlung zeigen werde.

frei bewegenden Wärmetheilchen, und der Verwandschaft dieser Theilchen zu den Theilen des verdampfenden Körpers. Hieraus wird begreiflich, warum verschiedne Körper bey einer und derselben Temperatur Dämpfe von sehr verschiedner Expansivkraft bilden, und warum Weingeist bey gleichem Druck der Luft, gleicher Temperatur und übrigens gleichen Umständen viel leichter verdampft, als Wasser. Denken wir uns einen Körper, der durch die Wärme bereits in Dampfgestalt übergegangen ist, so wirken die beiden vorhin genannten Kräfte noch immer einander entgegen, nur daß die expandirende Kraft der Wärme jetzt das Uebergewicht über die Anziehkraft der im Dampf aufgelöseten Theilchen (die man sich als blos träge denken kann) hat. Nähern sich die Kräfte dem Gleichgewicht, so ist der Dampf im Begriff, sich ganz zu zersetzen, entfernen sie sich hingegen durch die Zunahme der erstern Kraft immer mehr von dem Gleichgewicht, so wächset eben dadurch die Expansivkraft des Dampfes. Das Wachsthum der Expansivkraft des Dampfes muß gegen die Zunahmen der Wärme einen progressiven Gang äussern, weil die Anziehkraft der blos trägen Theilchen des Dampfes mit ihrer Entfernung (oder bey gleicher Entfernung, durch die häufigere Dazwischenkunft der Wärmetheilchen) abnimmt, und zugleich die Stoßkraft der Wärme mit der Erhöhung der Temperatur zunimmt. Es wirken daher bey zunehmender Wärme zwey Kräfte zugleich auf die Vermehrung der Expansivkraft des Dampfes, welche daher nothwendig bey gleichen Zunahmen der Wärme einen beschleunigten Gang annehmen muß, und dieser beschleunigte Gang wird so lange dauren, bis die Anziehkraft der trägen Theilchen des Dampfes gegen die Stoßkraft der Wärme als unendlich klein anzusehen ist, welches wahrscheinlich erst bey sehr hohen Graden der Wärme, vielleicht erst bey der Glühehitze statt finden mag. Die bisher betrachtete Vermehrung der Expansiv-

kraft

kraft des Dampfes, gründet sich auf die Vorstellung, daß eine gewisse Menge bereits gebildeten Dampfes in einem verschlossenen Raum einer immer zunehmenden Wärme ausgesetzt werde.

Hier kommt weder Dampf hinzu noch davon, oder mit andern Worten, die Dichte des Dampfes, welche blos von der Menge seiner trägen Theilchen herrühret, bleibt umgeändert. Die durch die Temperaturerhöhung vermehrte Expansivkraft des Dampfes, ist also unter diesen Umständen blos eine Vermehrung der specifischen Elastizität, wie man es auszudrucken pflegt. Wird hingegen, wie im papinianischen Topf, der verdampfende Körper zugleich mit dem schon gebildeten Dampf einer immer steigenden Temperatur ausgesetzt, so ist es wenigstens denkbar, daß die Zunahme der Expansivkraft des Dampfes zum Theil durch die Vermehrung seiner Dichte bewirkt werde. Diese Ursach der vermehrten Expansivkraft des Dampfes, würde sich zu der vorhin betrachteten, etwa wie Vermehrung der bewegten Masse zur Vermehrung der Geschwindigkeit verhalten. Ob, und wie viel? von der mit der Temperatur beschleunigt wachsenden Expansivkraft des Wasserdampfes im papinianischen Topf auf die Rechnung der vermehrten Dichte des Wasserdampfes zu schreiben sey, muß durch Versuche ausgemacht werden. Ich schmeichle mir, durch die nachfolgende Thatsachen hierüber Aufschlüsse gegeben zu haben. Durch die vorstehende Betrachtung wurde ich, selbst ehe ich Betancourts Versuche genau kannte, auf die Vermuthung geleitet, daß sich die Zunahmen der Expansivkraft des eingeschlossenen Wasserdampfes wie irgend eine Potenz des Wärmegrades verhalten möchten, und sobald ich jene interessanten Versuche aus der Recension der göttinger gelehrten Anzeigen zuerst kennen lernte, beschloß ich sie zu wiederhohlen. An Betancourts Apparat,

parat, schien mir die gekrümmte Röhre, welche blos zur Evacuation des Topfes, durch die Luftpumpe diente, überflüssig zu seyn, weil ich aus Erfahrung wußte, daß man mit gehöriger Vorsicht, durch die Dämpfe des kochenden Wassers, selbst eine noch vollkommnere Leere, als durch die Luftpumpe erhalten könne. Statt des heberförmig gekrümmten Barometers, wählte ich eine grade, an beiden Enden offne Röhre, die unten in einer weitern eisernen Büchse stand, und zwar aus folgenden Gründen. Der kurze Schenkel des heberförmigen Barometers am Betancourtischen Apparat muß wenigstens halb so groß, als die ganze Höhe des langen Schenkels seyn, dieß entfernt den obern, wagrechten Theil ef fig. 1. des gekrümmten Barometers bey einer Höhe von 110 Zahlen, für den langen Schenkel gh schon sehr beträchtlich, von dem Topf und der Quelle des Feuers. Es müssen daher die durch die Röhre cef fig. 1. streichenden Dämpfe sich, bis sie an die Oberfläche des Quecksilbers im Schenkel fg gelangen, nothwendig erkälten und zum Theil zersetzen. Mit einem Wort, es entsteht eine Destillation des Wassers aus dem Topf in den leeren Raum der Röhre efg über dem Niveau des Quecksilbers, hierdurch füllt sich der Schenkel fg nach und nach mit Wasser, und man hat die Unbequemlichkeit, daß man nicht blos die Höhe des Quecksilbers in dem langen Schenkel über das Niveau des kürzern, sondern auch die veränderliche Höhe der Wassersäule im kürzern Schenkel beobachten, und ihren Druck zu dem Quecksilberdruck addiren muß. Diese Unbequemlichkeit würde indessen wenig zu sagen haben, wenn damit nicht eine Erscheinung verknüpft wäre, welche Unrichtigkeiten in dem Resultat der Versuche selbst erzeugt.

Ich bitte daher, meine Leser, diesen Umstand nicht zu übersehen, weil, wie ich glaube, hierin größtentheils die

die Ursache des Unterschiedes zwischen Betancourt's und meinen Beobachtungen liegt. Es müssen sich nämlich die Dämpfe, indem sie die Röhre cef durchstrichen, schon vor ihrer Zersetzung beträchtlich abkühlen, und dadurch von ihrer Expansivkraft verlieren. Um diesen Fehler zu vermeiden, oder wenigstens so viel möglich zu vermindern, brachte ich das Gefäß des Barometers so nahe wie möglich bey dem Topf an. Fig. 2. stellt meinen Apparat, die lange Barometerröhre ausgenommen, in der halben natürlichen Größe dar. A, der Topf von gegossenem Metall, hat bey b eine größere, bey a eine kleinere Oeffnung, auf die erste ist eine mit einem Hahn versehene metallene Röhre bc geschraubt, die andere a dienet dazu, ein feines Quecksilberthermometer in den Topf zu bringen, dessen Scale auf seine Röhre mit Flußspathsäure geätzt ist, und vom Eispunkt bis zum siedenden Quecksilber geht. Auf das obere Ende der Röhre bc schraubt sich eine eiserne cylindrische Büchse dd, so daß die obere Oeffnung der Röhre bc, beynahe wider den Deckel der Büchse zustehen kommt. Etwas zur Seite befindet sich in dem Deckel der Büchse eine Schrauben-Oefnung für die Barometerröhre. Die Barometerröhre sowohl als die Thermometerröhre gehen durch Lederbüchsen, deren Einrichtung bekannt ist, und aus der Figur erhellet. Von dem Gefäß dd aus, ging längst der Barometerröhre ein hölzerner in pariser Zolle und Zehntheile getheilter Maaßstab in die Höhe, und diente der Röhre zur Befestigung. Das Verhältniß des Querschnittes der Röhre gegen den Querschnitt des Gefäßes, wurde durch vorläufige Untersuchungen bestimmt, um aus der jedesmahligen Höhe des Quecksilbers in der Röhre beurtheilen zu können, wie viel das Niveau des Quecksilbers in der Büchse gesunken sey. Ferner erhellet aus der Einrichtung meines Apparats, daß ich zu der beobachteten Höhe des Quecksilbers, in der Röhre ef, den jedesmahligen Barometer-

meter-

meterstand addiren mußte, um den gesammten, auf die in dem Topf eingeschlossenen Wasserdämpfe wirkenden Druck zu erhalten. Diese kleine Unbequemlichkeit wählte ich indessen lieber, weil ich durch die Einrichtung meines Apparats, den schon oben berührten Vortheil erhielt, daß die Büchse d d, so viel wie thunlich, nahe bey dem Topf angebracht werden konnte. Ueberdieß suchte ich durch die Art, wie ich meine Versuche anstellte, das Zersetzen der Dämpfe in der Büchse möglichst zu verhüten. Ich brachte so viel Wasser in den Topf, daß es die Kugel des Thermometers zur Hälfte bedeckte, schraubte das Gefäß d d, mit der Röhre b c auf den Topf, und füllte das Gefäß voll Quecksilber. Hierauf ließ ich das Wasser bey offenem Hahn eine geraume Zeit kochen, um so wohl die in den Zwischenräumchen des Wassers, als die über demselben in dem Topf, der Röhre b c, und dem Gefäß d d enthaltene Luft, durch die siedend-heißen Dämpfe wegzuschaffen. Es füllet sich nämlich durch diese Operation der noch über dem Quecksilber befindliche leere Raum, in der Büchse nach und nach mit siedend-heißem Wasser, und die Büchse selbst wird durch die übergehenden Dämpfe beträchtlich erwärmt. Sobald alle Luft, durch anhaltendes Kochen, aus dem innern Raum der Gefäße geschaft ist, und der Wasserdampf recht unvermischt und rein, zwischen den Schraubengewinden, des mit der Barometerröhre versehenen Stöpsels heraus führt, welches man aus seiner Durchsichtigkeit beurtheilen kann, wird der Hahn um die Oefnung e durch die Schraube fest verschlossen. Hierauf lasse ich den ganzen Apparat wieder erkalten, bis das Thermometer, welches durch die vorhergehende Operation, gewöhnlich einige Grade über 80 kommt, wieder einige Grade darunter steht, bringe alsdann aufs neue ein gelindes Kohlenfeuer unter den Topf, welches nach und nach durch Blasen verstärkt wird, und beobachte, indem ich den Hahn öffne, den

corre-

correspondirenden Gang des Quecksilbers im Thermometer und der Barometerröhre. Ich setze von mehreren Versuchen zwey Reihen, welche ich für die richtigsten halte, hierher. Sie wurden im December 1796 bey einem Barometerstand von 28 Zoll und einer Temperatur von — 8° angestellt. Die Angaben sind nach dem Barometerstand, und dem Niveau des Quecksilbers in der Büchse verbessert.

Zweite Tafel.

Grade der Wärme.	Erste Beobachtung	Zweite Beobachtung	Mittel
	Druck	Druck	Druck
80°	28, 00	28, 00	28, 00
81	—	—	—
82	31, 05	—	31, 05
83	32, 56	—	32, 56
84	—	33, 98	33, 98
85	35, 39	35, 39	35, 39
86	36, 91	36, 91	36, 91
87	38, 42	38, 42	38, 42
88	40, 54	39, 94	40, 24
89	42, 16	41, 55	41, 86
90	44, 18	43, 37	43, 77
91	46, 00	45, 79	45, 89
92	48, 22	47, 82	84, 02
93	50, 24	49, 83	50, 03
94	51, 95	51, 73	51, 84
95	54, 08	54, 28	54, 18
96	56, 60	56, 81	56, 71
97	59, 13	59, 23	59, 18
98	61, 75	61, 75	61, 75
99	64, 38	64, 18	64, 28
100	67, 00	67, 00	67, 00

Grade der Wärme	Erste Beobachtung	Zweite Beobachtung	Mittel
	Druck	Druck	Druck
101°	69, 53	69, 53	69, 53
102	72, 76	72, 16	72, 46
103	75, 29	75, 29	75, 29
104	78, 32	78, 12	78, 22
105	80, 95	80, 95	80, 95
106	84, 99	84, 99	84, 99
107	88, 32	88, 12	88, 22
108	92, 06	92, 06	92, 06
109	96, 20	96, 20	96, 20
110	100, 15	101, 30	100, 72
111	103, 65	105, 06	104, 35
*) 112	—	109, 18	109, 18
*) 113	—	113, 10	113, 10
*) 114	—	117, 12	117, 12

Diese Versuche, verglichen mit den Betancourtischen, geben die Expansivkraft der Wasserdämpfe gegen die Betancourtischen von 80 bis zu 108° durchgehends zu klein an. Ich bin aber dem ungeachtet überzeugt, daß meine Angaben die richtigsten sind, und dieß aus folgenden Gründen. Sobald die Temperatur im Topf gegen 90° kommt, so wächset die Expansivkraft des Dampfes so schnell, daß der langsamere Gang des Thermometers zurückbleibt. Man kann zwar diesen Fehler dadurch vermindern, daß man das Feuer unter dem Topf sehr gelinde und allmählig wirken lässet. Oft hat man aber das nicht so in seiner Gewalt, und dazu kommt noch, daß ein solcher Versuch nicht allzulange dauern darf, weil man sonst immer befürchten muß, daß die vereinte Wirkung der Hitze und der Expansivkraft der Dämpfe die zur Verschliessung zwischen den Schrauben ange-

angebrachten Leder endlich auflöse und verbrenne, wodurch der eingeschlossene Dampf mit Heftigkeit entweicht.

Wenigstens ist das die Ursache, warum ich meine Versuche, aller angewendeten Mühe ungeachtet, nicht über 114° hinauf ausdehnen konnte, und wahrscheinlich war es dieselbe, welche Betancourt verhinderte, die seinigen über 110 fortzusetzen. Die drey letzten mit (*) bezeichneten Beobachtungen, gehören zu einem dritten Versuch, den ich besonders in der Absicht anstellte, um die Expansivkraft der Wasserdämpfe für Grade der Wärme über 110° zu bestimmen. Um das Verbrennen der Leder, durch eine zu lange Dauer des Versuchs zu verhindern, erhitzte ich anfangs, so lange das Thermometer durch die Grade stieg, welche ich schon mehrmals beobachtet hatte, schnell, und ließ nur gegen den 110ten Grad hin das Feuer langsamer wirken. Dem ungeachtet konnte ich die Beobachtungen nicht über 214° fortsetzen, denn in dem Augenblick, als die letzte Beobachtung angestellt wurde, öffnete sich das Quecksilber zwischen der untern Schraube und dem durch die Hitze zusammen gedörrten Leder mit Gewalt einen Weg, und sprang wie eine Fontaine heraus, ungeachtet vorher alles vollkommen schloß.

Vom 91ten Grad des Thermometers an, beobachtete ich die Stände des Quecksilbers in der Barometer-Röhre, ungeachtet sie sich hier so schnell veränderten, daß man ihnen kaum folgen konnte. Ich setze sie zur Rechtfertigung meiner obigen Behauptung her, und die Betancourtischen daneben.

Dritte Tafel.

	meine Beobachtungen.	Betancourt.
91°	49, 20	48, 40
92′	50, 40	50, 50
93	52, 70	53, 00
94	55, 11	55, 30
95	57, 21	57, 80
96	59, 84	60, 50
97	62, 15	63, 40
98	64, 96	66, 20
99	66, 37	69, 00
100	69, 89	71, 80
101	73, 10	75, 00
102	75, 71	78, 20
103	77, 73	87, 00
104	80, 34	84, 00
105	84, 06	86, 80
106	86, 37	89, 00
107	89, 69	91, 30
108°	94, 50	93, 50
109°	96, 60	95, 60
110°	101, 74	98, 00

Aus der Vergleichung dieser Tafel mit der vorhin mitgetheilten erhellet, daß meine leztere Versuche da, wo die Veränderungen der Temperatur sehr schnell erfolgten, mit den Betancourtischen Beobachtungen näher übereinstimmen, und sich hingegen immer mehr von ihnen entfernen, und meinen ersten Versuchen, die ich für die richtigern anerkenne, nähern, da wo das Thermometer anfieng langsam zu steigen, und ich willens war, meine eigentlich gültigen Beobachtungen anzufangen.

Um den Leser noch besser in den Stand zu setzen, die Genauigkeit, welche man überhaupt von diesen Beobachtungen

tungen fordern darf, zu beurtheilen, so setze ich meine frühesten Versuche her, die ich schon vor zwey Jahren anstellte, da ich Betancourts Schrift noch nicht gelesen hatte, sondern sie blos aus Recensionen kannte. Ich beobachtete damals die Zunahmen der Expansivkraft des Wasserdampfes nicht von Grad zu Grad des Thermometers, sondern ich hatte mir längst der Barometerröhre Zeichen von 7 — 7 Zoll pariser Maaß bemerkt, und beobachtete jedesmal den Stand des Thermometers, wenn das Quecksilber in der Barometerröhre an die Zeichen kam. Der Druck der Luft betrug zur Zeit der Beobachtung genau 28 Zoll. Die folgende Tafel enthält die Resultate zweyer nach einander folgenden Versuche.

Vierte Tafel.

Druck der Dämpfe.		Grade der Wärme nach zwey auf einander folgenden Beobachtungen.		
28 Zoll	—	80°	.	80°
35	—	$84\frac{3}{4}$	.	84°
42	—	89	.	$88\frac{1}{2}$
49	—	$92\frac{1}{2}$	.	$92\frac{3}{4}$
56	—	96	.	$96\frac{1}{8}$
63	—	99	.	99
70	—	102	.	$101\frac{1}{2}$
77	—	$104\frac{1}{16}$	.	$104\frac{1}{4}$
84	—	106	.	$106\frac{1}{2}$
91	—	$108\frac{1}{4}$	.	$108\frac{3}{4}$.

Der mittlere Unterschied der beobachteten Thermometerstände in beiden Versuchen beträgt ungefähr $\frac{6}{16}$ eines Grades, und ich zweifele aus den schon oben angegebenen Gründen, ob man bey aller angewendeten Sorgfalt bey diesen Versuchen eine über einen viertheil Grad des Thermometers sich erstreckende Genauigkeit werde er-

 halten

halten können. Dieses wollte ich im voraus bemerken, damit der Leser bey Vergleichung des von mir entdeckten Gesetzes über die Expansivkraft der Wasserdämpfe keine grössere Uebereinstimmung erwarte, als die Natur der Sache erlaubt.

Es gieng mir, da ich für meine in der zweyten Tafel mitgetheilte Beobachtung ein allgemeines Gesetz suchte, anfänglich wie Betancourt, das ist, ich suchte vergeblich. Indessen konnte ich mich doch von der Idee, daß irgend eine Potenz des Wärmegrades die Expansivkraft des Wasserdampfes ausdrucken möchte, nicht losmachen. Ich dachte aber nicht gleich an eine Potenz mit einem veränderlichen Exponenten. Indessen leitete mich doch diese Vorstellung auf den richtigen Weg. Da ich nämlich die Exponenten der Potenzen des Wärmegrades aus mehreren Beobachtungen suchte, welche die Expansivkraft des Wasserdampfes in Hunderttheilen von Zollen ausdruckte, so fand ich für

die Wärmegrade			die Exponenten
80	—	—	1,8113
90	—	—	1,8632
100	—	—	1,9129
110	—	—	1,9609

aus den mittlern Werthen der beiden Beobachtungen der zweyten Tafel. Hier fiel mir sogleich der beständige Unterschied von 0,05 in die Augen, wenn ich die Tausendtheile ausser Acht ließ. Ich setzte mich nieder und berechnete (unter der Voraussetzung, daß, wenn der Wärmegrad des 80theiligen Quecksilberthermometers $= t$, die unbestimmte Potenz desselben t^m, die Expansivkraft des Wasserdampfs $= e$ heißt, $e = t^m$ sey, wenn man für $t = 80°$, $m = 1,8113$ setzt und m für jeden Grad der Wärme um 0,005 wachsen und abnehmen lässet) die Expansivkraft des Wasserdampfes für die in der zweyten

Tafel

Tafel angeführten Beobachtungen bis zu 111 Grad. Da ich die berechneten Werthe mit den beobachteten, so weit die Schärfe der Beobachtungen reicht, übereinstimmend fand, so erweiterte ich die Tafel der berechneten Werthe, und suchte sie durch fernere Beobachtungen zu prüfen. Die nachstehende Tafel enthält meine Berechnungen nebst den zugehörigen Beobachtungen im Mittel genommen, und die Abweichungen der beobachteten von den berechneten Werthen. Von der Art wie ich die Beobachtungen unter 80° anstellte, will ich gleich umständlich reden.

Fünfte Tafel.

Grade der Wärme.	Berechnete Expansivkraft.	Beobachtete Expansivkraft.	Unterschiede.
0	0,	0,	
1	0,01		
2	0 03		
3	0,05		
4	0,07		
5	0,10	0,11	+,0,01
6	0,13	0,15	+,0,02
7	0,16		
8	0,20		
9	0,25		
10	0,31	0,28	+ 0,03
11	0,34		
12	0,38	0,38	0 00
13	0,44	0,44	0,00
14	0,50		
15	0,56	0,55	+ 0,01
16	0,62	0,61	+ 0,01
17	0,69		
18	0,76	0,76	0,00
19	0,84		
20	0,92	0,90	+ 0,02
21	1,01		

Grade der Wärme.	Berechnete Expansivkraft.	Beobachtete Expansivkraft.	Unterschiede.
22	1, 10	1, 01	+ 0, 10
23	1, 19		
24	1, 29		
25	1, 40	1, 30	+ 0, 10
26	1, 51		
27	1, 63	1, 42	+ 0, 21
28	1, 75		
29	1, 88		
30	2, 02	1, 93	+ 0, 09
31	2, 16		
32	2, 31		
33	2, 47	2, 23	+ 0, 24
34	2, 63		
35	2, 80	2, 68	+ 0, 12
36	2, 98		
37	3, 17		
38	3, 37		
39	3, 58		
40	3, 80	3, 64	+ 0, 16
41	4, 03		
42	4, 26		
43	4, 51		
44	4, 77		
45	5, 05	5, 14	− 0, 09
46	5, 33		
47	5, 63		
48	5, 94		
49	6, 27		
50	6, 61	6, 40	+ 0, 21
51	6, 97	6, 60	+ 0, 37
52	7, 34		
53	7, 70		
54	8, 14		
55	8, 57	8, 55	+ 0, 02
56	9, 00		
57	9, 42		
58	9, 95	10, 14	− 0, 19

Grade

Grade der Wärme.	Berechnete Expansivkraft.	Beobachtete Expansivkraft.	Unterschiede.
59	10, 46	10, 42	+ 0, 04
60	10, 98	10, 98	0, 00
61	11, 54		
62	12, 10	12, 24	— 0, 14
63	12, 71		
64	13, 33		
65	13, 99	14, 07	+ 0, 06
66	14, 65		
67	15, 37		
68	16, 10		
69	16, 90		
70	17, 77	17, 92	— 0, 22
71	18, 63	18, 66	— 0, 03
72	19, 50	19, 71	— 0, 21
73	20, 41	20, 61	— 0, 20
74	21, 34	21, 80	— 0, 46
75	22, 34	22, 29	+ 0, 05
76	23, 35		
77	24, 45		
78	25, 56		
79	26, 75		
80	28, 00	28, 00	0, 0
81	29, 30		
82	30, 58	31, 05	+ 0, 47
83	31, 96	32, 56	— 0, 60
84	33, 38	33, 98	— 0, 60
85	34, 91	35, 39	— 0, 48
86	36, 47	36, 91	— 0, 44
87	38, 08	38, 42	— 0, 34
88	39, 77	40, 24	— 0, 47
89	41, 52	41, 86	— 0, 34
90	43, 50	43, 77	— 0, 27
91	45, 40	45, 89	— 0, 49
92	47, 38	48, 02	— 0, 64
93	49, 44	50, 03	— 0, 59
94	51, 57	51, 84	— 0, 27
95	53, 89	54, 18	— 0, 29

Grade der Wärme.	Berechnete Expansivkraft.	Beobachtete Expansivkraft.	Unterschiede.
96	56,18	56,71	— 0,53
97	58,64	59,18	— 0,54
68	61,12	61,75	— 0,63
99	63,79	64,28	— 0,49
100	66,47	67,00	— 0,53
101	69,37	69,53	— 0,16
102	72,27	72,46	— 0,19
103	75,40	75,29	+ 0,11
104	78,54	78,22	+ 0,32
105	81,93	80,95	+ 0,98
106	85,33	84,99	+ 0,34
107	89,01	88,22	+ 0,79
108	92,69	92,06	+ 0,63
109	96,67	96,20	+ 0,47
110	100,87	100,72	+ 0,15
111	105,18	104,35	+ 0 83
112	109,49	109,18	+ 0,31
113	114,15	113,10	+ 1,05
114	118,81	117,12	+ 1,69

Die negativen Unterschiede zeigen zu große Beobachtungen, die positiven zu kleine gegen die durch Rechnung gefundenen Werthe. Nimmt man einige wenige der gefundenen Unterschiede aus, so geben die meisten noch keinen Viertheilgrad des Thermometers, d. i. sie liegen innerhalb der Gränzen der Genauigkeit von den Beobachtungen, und müssen auf die Rechnung der Fehler derselben geschrieben werden. Vom 70sten Grad an aufwärts, sind die Unterschiede fast alle negativ, weil, wie schon erwähnt, der Gang des Thermometers in den höhern Graden der Wärme gegen den Gang des Barometers zurückbleibt. Die beiden letzten Beobachtungen sind merklich zu klein ausgefallen, weil hierbey der Apparat nicht mehr schloß.

Wenn

Wenn man meine berechneten Werthe der Expansivkraft des Wasserdampfes unter 70° mit den Betancourtischen in der ersten Tafel IV Columne, mit getheilten Beobachtungen vergleicht, so findet man die letztern immer zu klein, und der Unterschied wächset bis zu 5 Graden des Thermometers an. Dies machte mich, bevor ich eigene Beobachtungen über die Expansivkraft der Wasserdämpfe unter dem Siedpunkt angestellt hatte, gegen die Allgemeinheit meines aus höhern Graden der Wärme hergeleiteten Gesetzes mißtrauisch. Indessen flößte mir die bereits oben angeführte Prüfung des Betancourtischen Apparats die Hoffnung ein, daß die beträchtlichen Unterschiede blos von Fehlern der Beobachtungen herrühren möchten. Bey den niedern Graden der Temperatur ist der verhältnißmäßige Gang zwischen dem Thermometer und Barometer gerade der umgekehrte von dem bey höhern Graden der Temperatur, das Barometer, dessen Veränderungen immer kleiner werden, bleibt gegen das Thermometer zurück, weil die geringen Zunahmen des Drucks an der zwischen dem Quecksilber und Glase stattfindenden Reibung einen verhältnißmäßig größern Widerstand finden. Kommt nun hierzu noch eine Ursache, welche die Temperatur des Dampfes, folglich auch seine Expansivkraft immer mehr vermindert, wie die fortwährende Destillation des Wasserdampfes in der heberförmigen Röhre des Betancourtischen Apparats, so ist es kein Wunder, daß die Beobachtungen die Expansivkraft des Wasserdampfes zu klein geben. Das Wasser, worin sich die Kugel des Thermometers beym Betancourtischen Apparat befand, war bey den niedrigen Temperaturen immer um einige Grade wärmer, als der darüber befindliche Dampf. Erst bey den höhern Temperaturen, wo durch das immer häufigere Uebergehen und Zersetzen der Dämpfe die Röhre endlich größtentheils mit heißem Wasser gefüllt, und zugleich durch die zersetzten Dämpfe

stark

stark erhitzt wurde, fiel dieser Fehler weg, und wurde endlich durch den immer beschleunigtern Gang des Barometers selbst in den entgegengesetzten verwandelt.

Diese Betrachtung zeigte mir die Nothwendigkeit zur Untersuchung der Expansivkraft des Wasserdampfes bey geringen Graden der Wärme einen Apparat zu gebrauchen, bey welchem alle Zersetzung der schon gebildeten Dämpfe völlig vermieden, und in dem ganzen innern Raum eine durchaus gleichförmige Temperatur hervorgebracht werden könnte.

Hierzu fand ich ein von Ciarcy verfertigtes Dampfbarometer, (oder eigentlicher, Dampfelastizitätsmesser) vorzüglich geschickt.

Fig. 3. bildet die wesentlichsten Theile dieses Werkzeuges ab. a b c ist eine gekrümmte oben zugeschmolzene Glasröhre von der Höhe und Weite einer gewöhnlichen Barometerröhre. An die Röhre ist unten eine Kugel d angeblasen, welche mit derselben ein gewöhnliches Gefäßbarometer bildet, das auf die bekannte Weise mit Quecksilber gefüllt, und in dem obern Raum a b luftleer gemacht wird. Die Oeffnung e des Gefäßes kann durch einen wohl passenden Korkstöpsel luftdicht verschlossen werden. Von der Seite des Gefäßes d über dem Niveau des Quecksilbers, führet eine rechtwinklicht gebogene Röhre nach einem zweyten Gefäß h, dessen untere Oeffnung i ebenfalls durch einen Korkstöpsel verschlossen wird. Durch diese Verschließung ist die in eine Spitze ausgezogene Oeffnung einer kleinen mit Wasser gefüllten gläsernen Viole k gesteckt. Der Hals der Viole ist, wie die Figur zeigt, gebogen, damit man das Wasser in der Viole durch ein untergehaltnes kleines Kohlenbecken zum Sieden bringen kann, ohne den Korkstopfen in der Oeffnung zu verletzen. Dieses sinnreichen Apparats von Herrn

Ciar=

Ciarod habe ich mich seit mehrern Jahren bedienet, um meinen Zuhörern in meinen Vorlesungen über die Experimentalnaturlehre die Art, wie man durch die Wasserdämpfe einen luftleeren Raum hervorbringen könne, zu erläutern. Wenn man, indem man den Korkstöpsel e ein wenig öffnet, das Wasser in der Viole k nach und nach zum Sieden bringt, so zersetzen sich anfänglich die durch die Oeffnung der Viole blasende Wasserdämpfe ganz in dem Gfäß h, befeuchten zuerst blos die Wände desselben durch einen Wasserbeschlag, welcher sich immer weiter und endlich bis in das obere Gefäß d ausdehnet. Hierdurch wird der ganze innere Raum der Gefäße immer mehr erhitzt, und kommt endlich, wenn das Wasser eine Zeitlang in der Viole k gekocht hat, selbst auf die Temperatur der Siedhitze. In diesem Augenblick hat sich meistens der untere Theil des Gefäßes h schon bis über die Oeffnung der Viole mit destillirtem Wasser angefüllt, und es ist lehrreich zu bemerken, wie blos durch die Hitze der aus der Viole k überströhmenden Dämpfe das Wasser in dem Gefäß h, auf welches das Feuer der Kohlen keineswegs unmittelbar würkt, in stetem Sieden erhalten wird. Verschließet man in diesem Augenblick die Oeffnung e, und bringt die Temperatur der Gefäße d, h, k nach und nach bis auf die Eiskälte, so sinkt das Quecksilber in der Barometerröhre bis zu dem Niveau in dem Gefäß herab; zum Beweis, daß die Dämpfe alle in den Gefäßen enthaltene Luft vor sich her hinausgetrieben, und sich selbst bey der Eiskälte wieder zersetzt haben. Dieser Versuch, welchen ich mehrmals wiederholet habe, ist mir nie mißlungen, wenn das in der Viole enthaltne Wasser durch anhaltendes Kochen von aller beygemischten Luft gereinigt, und die Verschließung der Korkstöpsel vollkommen war. Die letztere zu befördern, besonders wenn man das Vacuum in den Gefäßen mehrere Tage erhalten will, ist es dienlich, die äussere Oberfläche der Korkstöpsel

gleich

gleich nach dem Versuch mit einem aus Birnsteinfirniß und fein gepülvertem ungelöschten Kalch bereiteten Kitt, zu überstreichen *).

Um vermittelst dieses Apparats die Expansivkraft des Wasserdampfes im luftleeren Raum bey zunehmenden Graden der Wärme, von der Eiskälte bis zur Temperatur des siedenden Wassers zu beobachten, durchbohrte ich den Korkstöpsel e, und brachte durch denselben ein äusserst feines und empfindliches Quecksilberthermometer in den innern Raum des Gefäßes d. Die Kugel des Thermometers hatte eine pariser Linie im Durchmesser, und ein Grad der 80theiligen Scale betrug etwa $\frac{3}{4}$ Linien. Das Auge konnte also noch ganz scharf 8tel Grade unterscheiden. Längst der Barometerröhre c a war eine in pariser Zollen und Zehntheilen eingetheilte Scale angebracht. Die Hunderttheile von Zollen schätzte ich mit dem Auge, welches bey einiger Uebung recht gut von Statten geht. Ich brauche nicht zu erinnern, daß wegen des veränderlichen Standes des Quecksilbers in dem Gefäß, an den beobachteten Barometerhöhen die nöthige Correction angebracht werden mußte. Anfänglich stellte ich meine Versuche nach Betancourts Methode so an, daß ich ein Kohlenbecken, oder die Flamme eines Lichtes unter die Viole k brachte, das Wasser in derselben zum Kochen erhitzte, und in diesem Augenblick den Stand des Thermometers und Barometers beobachtete. Allein hier endeckten sich zuerst vollkommen die Fehler dieser Methode, indem sie mir zugleich eine merkwürdige Erscheinung darboten, die ich nicht mit Stillschweigen übergehen darf. Fast in demselben Augenblick, wie man die Flamme eines Lichtes unter die Viole

*) Diesen Kitt habe ich bisher auch als das beste Verwahrungsmittel der zum Verschließen bey den Schrauben am papin. Topf gebrauchten Leder gegen die heißen Dämpfe befunden. Ich bestreiche die Leder etwas dick mit dem Kitt.

Viole k bringt, bilden sich Dampfbläschen, und das Barometer steigt in die Höhe, bis das Wasser in der Viole k zum Sieden kommt. Während der Zeit hat das Thermometer seinen Stand oft kaum um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad verändert, indeß das Barometer, nach Beschaffenheit der höhern Temperatur, die in den Gefäßen h und d herrschte, ehe man das Licht unter die Viole k brachte, um 1, 2 bis 3 Zoll in die Höhe gegangen ist. (In einem Fall, wo Luft mit dem Dampf vermischt war, beobachtete ich sogar eine Aenderung von 7 Zoll am Barometer, ohne die mindeste Aenderung des Thermometers.) Fährt man nun mit dem Licht unter der Viole weg, so sinkt das Barometer, indessen das Thermometer bis auf einen gewissen Punct zu steigen fortfähret, wo es eine Zeitlang stille steht, indessen das Barometer auch einen fixen Punct erreicht. Diese sonderbare Erscheinung erkläret sich folgendermaßen. In dem Augenblick, wie das Feuer unter die Viole k kommt, bilden sich in dem Wasser derselben Dämpfe, weil sich ihrer Bildung nichts als die Cohäsion des Wassers, die durch die Wirkung des Feuers bald überwunden wird, widersetzt. In demselben Augenblick wird die Expansivkraft der Dämpfe über dem Wasser in der Viole k vermehret, und es steigt ein Theil der Dämpfe in das Gefäß h, wo sie zwar anfänglich wegen der daselbst herrschenden kältern Temperatur zersetzt werden, weil aber wegen der fortdauernden Wirkung des Feuers mehr Dämpfe aus der Viole k nachfolgen, als in h zersetzt werden, indem sich hier die Temperatur durch die Zersetzuug erhöht, so entsteht auch in diesem Gefäß sehr bald eine Verdichtung und vermehrte Expansivkraft der Dämpfe, welche sich in das Gefäß d fortpflanzt, und das Barometer zum steigen bringt. Das Thermometer verändert seinen Stand nicht, weil die in den ersten Augenblicken aus h in d überströhmenden Dämpfe beynahe von derselben Temperatur sind, als die bereits in dem Gefäß

d be-

d befindlichen. Erst nachdem der Dampf durch die Verdichtung sein Maximum für die herrschende Temperatur überschritten hat, fängt er an sich zu zersetzen, und eben dadurch die Temperatur in dem Gefäß d zu erhöhen. Entfernt man nun gleich die Quelle des Feuers von der Viole k, so dauert dem ungeachtet die Destillation und das Zersetzen des Dampfes in dem Gefäß d als dem kältesten Theil des Apparats noch eine Zeitlang, und das Thermometer fähret zu steigen fort, bis die Temperatur in d mit der Temperatur der übrigen Gefäße ins Gleichgewicht gekommen ist. Während der Zeit muß das Barometer schon wieder heruntersinken, weil in dem Augenblick, wo das Feuer von der Viole k hinweggebracht, auch die Ursache der Vermehrung der Expansivkraft des Dampfes entfernt wird, folglich die in d fortdauernde Zersetzung diese Kraft sogleich vermindert. In dem Zeitpunct, wo das Thermometer und Barometer zugleich anfangen, stille zu stehen, giebt das letzte genau die zu der Temperatur des Thermometers gehörige Expansivkraft der Dämpfe an. Beobachtet man daher, indeß die Wirkung des Feuers unter der Viole k fortdauert, die zusammengehörigen Thermometer- und Barometerstände, so wird man die Expansivkraft der Dämpfe, wie mich die Erfahrung belehret hat, für die durch das Thermometer angegebene Temperatur stets zu groß finden. Könnte man unmittelbar in das Gefäß k ein Thermometer bringen, und beobachtete den Gang desselben mit dem Barometer, so würde man die Wärme gegen den Stand des letztern stets zu groß, das ist, die Expansivkraft der Dämpfe zu klein finden. Dies ist der Fehler, welchem der Betancourtische Apparat unterworfen war. Brächte man endlich das Thermometer in irgend eine mittlere Stelle des Gefäßes h, so würde man die wahre zu der Expansivkraft der Dämpfe gehörige Wärme finden. Der Punct, wo das Thermometer stehen müßte, ändert sich aber wahrscheinlich

lich immer mit der Größe des Unterschiedes in der Temperatur der Gefäße k und d. Um desto leichter eine gleichförmige Temperatur in dem ganzen innern Raum der Gefäße zu erhalten, ließ ich die Viole k hinweg, brachte das Wasser unmittelbar in dem Gefäß h durch eine von der Seite mittelst eines Löthrohres dawider geblasenen Lichtflamme zum Sieden, und evacuirte so die Gefäße h und d von der Luft. Hierauf setzte ich den ganzen untern Theil des Apparats von i bis e in ein Wasserbad, welches ich zuvor bis zur Siedhitze erwärmt hatte, und beobachtete den Stand des Thermometers und Barometers, indem ich das beständig in Bewegung erhaltene Wasser, anfänglich durch die Einwirkung der umgebenden Luft, hierauf durch hinzugemischtes kälteres Wasser, und endlich durch Schnee oder zerstoßenes Eis bis zur Temperatur von 0° erkältete. Da aber diese Art zu beobachten allzu viele Zeit und Mühe gekostet haben würde, wenn ich den Gang des Barometers, von Grad zu Grad des Thermometers hätte messen wollen, so schränkte ich die Zahl meiner Beobachtungen auf 5 zu 5 Grade ein, und bemerkte nur, wenn es die Umstände gerade erlaubten, auch zwischen liegende Grade. Die Resultate meiner Beobachtungen im Mittel genommen, enthält die 5te Tafel. Die Unterschiede zwischen den Beobachtungen und der Rechnung stiegen (ein Paar einzelne Fälle ausgenommen, wo sich gröbere Fehler der Beobachtung eingeschlichen haben,) nicht über $\frac{1}{2}$° der Temperatur, und sind im Durchschnitt genommen, noch ungleich geringer. Eine größere Uebereinstimmung wird man, nach dem was ich bereits über die Schwierigkeiten dieser Beobachtungen gesagt habe, nicht erwarten. Ich glaube mich daher berechtiget, das von mir entdeckte Gesetz über die Expansivkraft der Wasserdämpfe, so weit unsre Beobachtungen reichen, für allgemein gültig zu halten. Nun noch einige Bemerkungen über die Natur dieses Gesetzes und die Frage, wie

 weit

weit darf es ausgedehnt werden? Da, wie oben bereits erinnert worden ist, in dem allgemeinen Ausdruck $e = t^m$, für $t = 80$, $m = 1,8113$ ist, und dieser Exponent für Veränderungen des Thermometers von 10 Graden sich um 0,05, oder für Veränderungen von einem Grad um 0,005 ändert, so beträgt m, für $t = 0$; $1,8113 - 0,4 = ,4113$. Man kann daher die Formel bequemer so ausdrucken: $e = t^{1,4113 + 0,005\, t}$; wo man nur für t den Wärmegrad der 80theiligen Scale des Quecksilberthermometers schreiben darf, um e in Hunderttheilen von pariser Zollen ausgedruckt zu erhalten. Es sey z. B. $t = 100$, so erhält man $e = 100^{1,4113 + 0,5}$; oder für $t = 254$ (die Hitze des siedenden Quecksilbers) $e = 254^{1,4113 + 254 \cdot 0,005} = 254^{2,6813}$. Berechnet man diesen Werth von e durch Logarithmen, so findet man $e = 280\ 60$ Zoll. Die Expansivkraft der Wasserdämpfe für die Hitze des siedenden Quecksilbers, ist gleich dem 1000fachen Druck der Atmosphäre. Im Vorbeygehen will ich bemerken, daß man für die Werthe von t unter 70°, die Tausendtheile in dem Exponenten der Potenz von t ganz ausser Acht lassen könne, und selbst bey höhern Graden der Wärme darf man sich diese Abkürzung erlauben, wenn keine ausserordentliche Schärfe erfordert wird. In dem vorstehenden Exempel würde die abgekürzte Rechnung 27870, geben.

Die Frage, wie weit darf man das gefundene Gesetz für die Expansivkraft der Wasserdämpfe als richtig annehmen? könnte nur durch unmittelbare Versuche beantwortet werden. Da aber diese Versuche wegen der hierzu erforderlichen dichten Verschließung der Gefäße, wie bereits erwähnt, sehr vielen Schwierigkeiten unterworfen sind, und bey hohen Graden der Hitze wegen des zu besorgenden Springens der Gefäße selbst gefährlich werden könnten, so zweifle ich, ob diese Frage je mit geometri-

scher

scher Gewißheit wird beantwortet werden können. Ins Unendliche kann sich das Gesetz wohl nicht erstrecken, weil man sonst die expandirende Kraft der Feuertheilchen selbst als unendlich groß annehmen müßte. Es ist mir indessen wahrscheinlich, daß sich das Gesetz weit, wohl bis zur Glühehitze erstrecken mag, wenn ich die ungeheure Gewalt bedenke, welche eingeschlossene, bis zum Glühen erhitzte, Dämpfe in den Kesseln der Vulkanen und bey Erderschütterungen ausgeübt haben. Es ist wenigstens sehr interessant unter dieser Voraussetzung über die bewegende Kraft, welche die fürchterlichsten aller Naturerscheinungen erzeugt, Rechnung führen zu können. Nur ein Beyspiel zur Probe. Ich denke mir eine Höhle tief unter der Erde im Kessel eines Vulkans rund um mit glühender Lava umschlossen, in deren Mitte Wasser, das nicht eher entweichen kann, bis es selbst zur Glühehitze gekommen ist. Ich setze die Hitze der geschmolzenen Lava nur der Rothglühehitze des Eisens gleich, = 1077 Fahrenheit oder 464 Reaum., da sie doch dieselbe nach Spallanzani's Beobachtungen (man sehe dessen Reise in beide Sicilien 4 Th. 23 Cap.) noch weit übertrifft, und berechne nach dem gefundenen Gesetz die Expansivkraft der Wasserdämpfe für diese Temperatur. Sie ist $e = 464^{1,41 + 464 . 0,005} = 464^{3,73} = 88331000$. Diese Zahl mit 28 dividiret, giebt einen 3154679fachen Druck der Atmosphäre. Den Druck der Atmosphäre auf einen Quadratfuß 22 Centner gerechnet, so kommt für die Kraft der glühenden Wasserdämpfe die ungeheure Gewalt von 69402938 Centnern. Eine Kraft, welche, wenn man blos an Gewicht, nicht an Zusammenhang der Erde denkt, hinreichend wäre, die Erde bersten zu machen, selbst wenn die Mine im Mittelpunkt der Erde spränge. Man rechne das Gewicht eines pariser Cubikfußes Erde (diese Größe unveränderlich durch die ganze Masse der Erde gesetzt) 175 Pfund und den Halbmesser der Erde 860.22000 Fuß, so beträgt

 das

das Gewicht eines Prisma von Erde, dessen Grundfläche ein Quadratfuß, und dessen Höhe der Halbmesser der Erde wäre, 33110.000 Centner, noch nicht die Hälfte von der gefundnen Zahl.

Voraus gesetzt die Gleichung $e = t^{1,4113 + 0,005t}$ drucke das allgemeine Gesetz für die Expansivkraft der Wasserdämpfe aus, so entsteht die Frage, was erhält sie für einen Werth für verneinte t? Diese Frage läßt sich aus der Beschaffenheit der Formel gar nicht beantworten, (welche, wenn man für die verneinten t nicht blos ganze, sondern auch Brüche von Graden schreibt, bejahte, verneinte und unmögliche Werthe geben kann,) sondern sie muß aus der Natur der Sache beantwortet werden. Ich habe schon oben im Allgemeinen bemerkt, daß bey der Dampfbildung zwey Kräfte (den Druck der Atmosphäre ausgeschlossen) einander entgegen wirken, die expandirende Kraft des Feuers, und die anziehende des verdampfenden Körpers. Bey dem völligen Gleichgewicht beider Kräfte ist keine Dampfbildung denkbar. Erst, wenn die Cohäsion des verdampfenden Körpers wenigstens an der Oberfläche durch die Wirkung des Feuers aufgehoben wird, kann eine wirkliche Vereinigung zwischen den Theilchen des Feuers und des Körpers vor sich gehen, wodurch diese die Dampfgestalt erhalten. Die Expansivkraft eines unter diesen Umständen gebildeten Dampfes gegen die umgebenden Körper ist o, und der leiseste Zug der letzten zersetzt den Dampf. Erst, wenn Ueberschuß von Wärme (freie Wärme) hinzukommt, so erhält der Dampf eine sich thätig äussernde Expansivkraft. Die Ueberschüsse der Temperatur über jenen Punkt des eben aufgehobenen Gleichgewichts sind die Grade der Wärme, wodurch das Gesetz der Expansivkraft des Dampfes bestimmt wird. Bey den Wasserdämpfen fällt, wie die Erfahrung lehrt, der o Punkt der Thermometerscale

für

für die Expansivkraft der Dämpfe auf den Frierpunkt des Wassers, oder wenigstens sehr nahe dabey, und eben daher können die Grade des reaumurischen Thermometers über 0, oder jeder andern Scale, welche von demselben Punkt anfängt, dienen, das Gesetz der Expansivkraft der Wasserdämpfe auszudrücken. Verneinte unter 0 liegende Grade der Wärme giebt es gar keine, so bald von einer dadurch bewirkten Expansivkraft der Wasserdämpfe die Rede ist. Für andere Dämpfe muß der 0 Punkt der Thermometerscale durch unmittelbare Erfahrungen ausgemacht werden. Ich habe mir vorgenommen, in der Folge Untersuchungen über diesen Gegenstand anzustellen, und will gegenwärtig die Erzählung meiner bereits gemachten Erfahrungen über die Wasserdämpfe dadurch nicht unterbrechen. Aus dem, was ich zu Anfang dieser Abhandlung über De Luc's Theorie der Wasserdämpfe gesagt habe, erhellet, daß dieser Naturforscher zuerst den Satz aufgestellet hat: daß die Siedhitze des im Freien kochenden Wassers, jedesmal der Temperatur gleich sey, welche erfordert wird, dem Wasserdampf eine dem Druck der Atmosphäre gleiche Expansivkraft zu geben. Herr Gren hat in einem sehr lehrreichen Aufsatz über die wesentliche Einrichtung der neuern Dampfmaschinen &c S. 144 f. 1 Bdes. seines neuen Journals der Phys. durch Vergleichung der Delucischen Beobachtungen über die Siedhitze auf den Schweizergebirgen, mit den Betancourtischen Versuchen und mit eignen Beobachtungen, die Herr Gren über die Siedhitze in dem Vacuum der Luftpumpe anstellte, gerechtfertiget. Ich bemerke hierzu, daß die nach meinem Gesetz über die Expansivkraft der Wasserdämpfe mit dem von De Luc beobachteten Siedhitzen und zugehörigen Barometerständen noch vollkommner übereinstimmen, als Betancourts Beobachtungen und die Pronysche Rechnung, wie man sich durch den Anblick der nachstehenden Tafel überzeugen kann. Ich habe

habe die Delucc'schen Beobachtungen aus dem angeführten Grenschen Aufsatz entlehnt, wo die Barometerstände in Hunderttheilen von Zollen und die Grade des Deluccischen Thermometer's in ein bey 28 Zoll B. St. regulirtes verwandelt sind, und habe zu diesen Thermometerständen die Expansivkraft des Wasserdampfs sowohl nach meiner Formel, als nach der Pronyschen berechnet.

Sechste Tafel.

Deluc's Wärme. I.	Beobacht. Baromst. II.	Expansivkr. des Dampfes nach Prony. III.	Expansivkr. des Dampfes nach meiner Formel. IV.	Unterschiede. II. III.	Unterschiede. II. IV.
72,50	19,66	18,93	19,946	+ 0,73	— 0,28
73,21	20,41	19,76	20,50	+ 0,65	— 0,09
74,74	21,85	21,30	21,99	+ 0,55	— 0,14
75,80	22,98	22,51	23,183	+ 0,47	— 0,20
76,14	23,36	22,91	23,40	+ 0,45	— 0,04
76,43	23,67	23,26	23,80	+ 0,41	— 0,13
76,70	24,08	23,58	24,02	+ 0,50	+ 0,06
77,04	24,49	24,09	24,46	+ 0,40	+ 0,03
77,44	24,87	24,53	24,93	+ 0,34	— 0,06
78,38	25,92	25,76	26,01	+ 0,16	— 0,09
78,93	26,73	26,46	26,66	+ 0,27	+ 0,07
79,22	27,02	26,89	27,01	+ 0,13	+ 0,01
79,26	27,04	26,94	27,05	+ 0,10	— 0,01
79,32	27,07	27,03	27,13	+ 0,04	— 0,06
79,38	27,15	27,04	27,20	+ 0,11	— 0,05
79,41	27,30	27,17	27,26	+ 0,13	+ 0,04
79,53	27,43	27,34	27,40	+ 0,09	+ 0,03
79,61	27,53	27,45	27,49	+ 0,08	+ 0,04
79,69	27,55	27,56	27,58	+ 0,01	— 0,03
79,84	27,78	27,76	27,77	+ 0,02	+ 0,01
79,90	27,83	27,86	27,84	— 0,03	— 0,01
79,94	27,91	27,90	27,89	+ 0,01	+ 0,02
80,03	28,09	28,04	28,04	+ 0,05	+ 0,05
80,14	28,18	28,20	28,18	— 0,02	0,00
80,30	28,42	28,43	28,39	— 0,01	+ 0,03

Für

Für die nahe bey 80° liegenden Siedhitzen, giebt sowohl die Pronysche als meine Rechnung nur geringe Unterschiede. Je weiter aber die Temperatur sich von 80° entfernt, desto mehr weicht die Pronysche Rechnung von dem Delüccischen Beobachtungen ab, und wenn sich die Gränzen der Beobachtungen weiter erstrecken, so würde die Abweichung von Pronys Rechnung immer größer werden. Dieß beweiset schon die folgende von Saussüre auf dem Gipfel des Montblanc angestellte Beobachtung. Dieser Naturforscher fand die Siedhitze auf dem höchsten Berg, in Europa 69° nach Deluc, indeß das Barometer 16″ $\frac{144}{160}$ Linien = 16,08 Zoll stand. Die Deluccischen 69 Grade, auf ein 80zigtheiliges Quecksilberthermometer reduciret, dessen Siedpunct bey 18 Zoll reguliret ist, geben 68,3°. Für diese Temperatur giebt meine Formel die Expansivkraft des Wasserdampfes 16,34 Zoll, die Pronysche Rechnung 15,13 Zoll. Der Unterschied zwischen meiner Rechnung und der Saussürischen Beobachtung beträgt in der Scale des Thermometers $\frac{1}{7}$ Grad; dies läßt sich noch aus einem Fehler der Beobachtung erklären, weil, wie ich gleich umständlicher zeigen werde, die genaue Bestimmung der Siedhitze des Wassers sehr vielen Schwierigkeiten unterworfen ist. Der Unterschied zwischen der Pronyschen Rechnung und Saussüres Beobachtung beträgt aber über $1\frac{1}{2}$ Grad, und ist zu groß, als daß man ihn blos als einen Fehler der Beobachtung ansehen könnte. Die Grenschen Beobachtungen über die Siedhitze des Wassers im Vacuum der Luftpumpe stimmen zwar durchgehends besser mit Betancourt's, als meinen Versuchen überein, aber Herrn Gren's Scharfsinn ist die Ursache des Fehlers selbst nicht entgangen, welcher seine Beobachtungen unsicher machte. Er bemerkte nämlich, daß der Elastizitätsmesser unter der Glocke der Luftpumpe herunterfiel, wenn gleich das heiße Wasser, in welchem sich das Thermome-

mometer befand, zu kochen fortfuhr, und nicht weiter evacuirt wurde, welches Herr Gren sehr richtig aus der stets fortdauernden Erkältung und Zersetzung der Dämpfe an den Wänden der Glocke erkläret. Dieser Umstand mußte aber nothwendig eine stets geringere Temperatur der Dämpfe unter dem Recipienten, als in dem siedenden Wasser selbst erzeugen. Es ist zu bedauern, daß bey diesen Versuchen kein Thermometer frei mitten in dem Recipienten aufgehangen war, dieß würde wahrscheinlich, wenn es anders empfindlich genug gewesen wäre, die jedesmahlige Temperatur der Dämpfe genauer angezeigt haben. Aus der Uebereinstimmung meiner Beobachtungen und Rechnungen über die Temperatur und Expansivkraft der Wasserdämpfe mit den bey gleichem Druck der Atmosphäre von Saussüre und DeLuc gefundenen Siedhitzen des Wassers, folgt nun allerdings der oben angeführte Deluccische Satz von der Bestimmung der Siedhitze durch die Expansivkraft der Wasserdämpfe, welche dem jedesmahligen Druck der Atmosphäre gleich ist. Es ist nichts leichteres, als nach meiner Formel die zu jeder gegebenen Temperatur der Siedhitze zugehörige Expankraft des Wasserdampfes, oder den ihr gleichgültigen Druck der Atmosphäre zu berechnen. Man kann hiernach zu jeder beobachteten Siedhitze den zugehörigen Druck der Atmosphäre und aus diesem, nach den bekannten Regeln für die Höhenmessung durch das Barometer, die Höhe des Ortes der Beobachtung über der Meeresfläche finden. So würde man statt des Barometers in Zukunft das viel leichter transportable Thermometer auf die Gipfel der Berge mitführen, und dadurch ihre Höhe bestimmen können. Ich zweifle indessen sehr, ob man von dieser Anwendung des entdeckten Gesetzes über die Expansivkraft der Wasserdämpfe sobald einen nützlichen Gebrauch machen könne, nicht wegen der Unvollkommenheit der Theorie, sondern wegen der Schwierigkeiten, die

die Ausführung von einer andern Seite macht. Aus dem Anblick der 5ten Tafel erhellet, daß ein Grad Unterschied in der Temperatur bey 28 Zoll Barometerstand, 1,25 Zoll Unterschied für den Druck der Wasserdämpfe giebt. Für die gegenwärtige Absicht ist es verstattet, die zwischen zwey nächsten Grade des Thermometers fallenden Unterschiede der Temperatur und des Drucks der Wasserdämpfe einander proportional zu setzen. Ein Zehntheil Grad Veränderung in der Siedhitze giebt daher schon 0,125 Zoll Aenderung für den Stand des Barometers, $\frac{1}{100}$ Grad Wärme 0,0125 Aenderung des Barometerstandes. Will man also aus der beobachteten Siedhitze des kochenden Wassers mit eben der Zuverlässigkeit auf den zugehörigen Druck der Atmosphäre schliessen, mit welcher man denselben durch die Beobachtung eines gut eingerichteten ausgekochten Barometers gefunden hätte, so muß man in der Bestimmung der Siedhitze, wenigstens bis auf $\frac{1}{100}$ Grad des 80theiligen Thermometers sicher seyn. Die bloße Ansicht der De Lücischen Versuche, welche doch von einem so vortreflichen Beobachter mit so vorzüglichen Werkzeugen angestellt worden sind, beweiset schon, daß man sich von den Beobachtungen der Siedhitze des Wassers keine bis auf $\frac{1}{100}$ Grad des 80theiligen Thermometers reichenden Genauigkeit versprechen dürfe. Da ich indessen in der Naturlehre nicht gerne einen Satz auf die Auctorität eines einzigen Mannes, (wenn ich gleich denselben sehr schätze) annehme, so wollte ich mich durch eigne Beobachtungen von dem Grad der Genauigkeit bey der Bestimmung der Siedhitze in offnen Gefäßen durch das Thermometer versichern. Der Apparat, welchen ich dabey gebrauchte, hatte folgende Einrichtung. A A B B fig. 4. ist ein Cylinder von weißem Blech, 4 Zoll weit, 2 Fuß paris. Maaß hoch. Die obere Oefnung des Cylinders ist durch einen passenden Deckel von demselben Metall verschlossen, durch dessen kleine Oefnung in der

Mitte die Röhre des Thermometers ab geht, und durch eingestopftes Werg festgehalten wird. Um den über der Oberfläche des kochenden Wassers sich bildenden Dämpfen einen Ausgang zu verschaffen, ohne daß der durch ihre Zersetzung gebildete Nebel die genaue Beobachtung des Thermometers verhindert, gehen zu beiden Seiten zwey anderthalb Zoll weite oben offne cylindrische Röhren c c in die Höhe. Das Gefäß AABB wurde bis an die innere Mündung der beiden Röhren c, c voll Wasser gefüllt, und das Thermometer bis beynahe auf den Boden des Gefäßes, ohne denselben zu berühren, versenkt. Von der Scale des Thermometers, die in einen besondern Glascylinder eingeschlossen war, reichte jedesmal nur so viel über die Oeffnung des Deckels a hervor, als zur Beobachtung des Standes des Quecksilbers nöthig war. Die ganze Scale des Thermometers ging nur von 70 zu 82 Grad der Reaum. Eintheilung. Jeder Grad der Scale betrug an 2 pariser Zoll, und konnte daher mit hinlänglicher Schärfe in 100 kleinere Theile getheilet werden. Der Punkt 80, so wie die Größe der Grade des Thermometers, waren nach einem andern Quecksilberthermometer bestimmt worden, dessen Grade, bey der ganzen Ausdehnung der reaum. Scale über ¼ pariser Zoll betrugen, und dessen Siedpunkt auf den mittlern Barometerstand von 27 Zoll 8 Linien reguliret war. Das Wasser in dem Gefäß AABB wurde in einem Windofen mit Kohlenfeuer bis zum Sieden erhitzt, und der Thermometerstand erst dann beobachtet, wenn die ganze Wassermasse in vollem Aufwallen bis in die Röhre cc hineingetrieben wurde. Die Versuche stellte ich ganz im Freien bey einer Wärme der Luft von 10° — 15° an. Der Druck der Atmosphäre wurde durch ein Delüccisches Heberbarometer, dessen Vernier Zehntheile von Linien angab, bestimmt.

Erster

Erster Versuch.

Stand des Barometers.		Beob. Siedhitze.
27 Zoll 9,9 Linien		80 175
		80,110
		80,200
	Mittel	80,161

Zweyter Versuch.

Stand des Barometers.		Siedhitze.
27 Zoll 8,6 Linien		80,00
		80,15
	Mittel	80,075

80;200 wenn das Thermometer auf dem Boden des Gefäßes aufstand, und das Wasser oben zu den Röhren hinaus wallte.

Dritter Versuch.

Barometerstand.		Siedhitze.
27 Zoll 7,7 Linien		79,95
		80,c0
	Mittel	79,975

Vierter Versuch.

Barometerstand.		Siedhitze.
27 Zoll, 7 Linien		79,933
		79,955
		80,00
	Mittel	79,963

Fünfter Versuch.

Barometerstand.		Siedhitze.
27 Zoll 9;6 Linien		80,20
		80,25
		80,30
	Mittel	80,25

Aus

Aus diesen Versuchen erhellet, daß man kaum auf $\frac{1}{10}$ Grad der reaum. Scale in der Bestimmung der Siedhitze sicher seyn könne. Die Ungewißheit rühret von den Oscillationen des im siedenden Wasser eingetauchten Thermometers her, indem die Hitze des Wassers über den Siedpunkt wächset, bis die Dämpfe durch ihre immer steigende Expansivkraft die ganze Wassersäule in Bewegung setzten und mit einem heftigen Aufwallen plötzlich entweichen, wodurch das Wasser wieder unter den Siedpunkt erkältet wird. Da nun, wie schon gezeigt worden ist, zu $\frac{1}{10}$ Grad Unterschied der Wärme bey 80° Temperatur 0,125 Zoll Unterschied im Barometerstand gehören, so wird man diesen durch die unmittelbare Beobachtung zehnmal schärfer, als durch Rechnung aus der beobachteten Siedhitze finden. Man darf nicht einwenden, daß bey geringern Siedhitzen, wie man sie auf den Gipfeln der Berge beobachtet, zu einem gleichen Unterschied in der Wärme ein geringerer Unterschied im Barometerstand gehöre, folglich der Fehler der Beobachtung sich vermindere. Denn man bedenke, daß in höhern Regionen der Atmosphäre gleiche Unterschiede des Barometerstandes größere Aenderungen in den daraus hergeleiteten Höhen geben, folglich der Fehler der Beobachtung wenigstens für den Zweck durch das Thermometer der Höhenmessung immer derselbe bleibt. Vielleicht wäre es möglich, durch Verbesserungen des Apparats, eine größere Genauigkeit in die Bestimmung der Siedhitze durch das Thermometer zu bringen. Insbesondre verdient der Gedanke einiger englischer Physiker, die Siedhitze durch bloße Dämpfe des siedenden Wassers zu bestimmen, weitere Prüfung. Es kommt dabey alles auf die Auflösung der (freilich nicht ganz leichten) Aufgabe an: die Wirkung des Feuers auf das siedende Wasser so zu reguliren, daß die von dem Wasser in einer bestimmten Zeit aufsteigende Menge Dampf der durch eine gegebne Oef-

Oefnung des Apparats entweichenden Menge stets gleich bleibe, damit der Dampf in dem Gefäß selbst, wo sich das Thermometer befindet, weder verdichtet noch zersetzt werde, und daher immer einerley Temperatur behalte. Ich habe mir vorgenommen, Untersuchungen über diesen Gegenstand anzustellen. Vor der Hand finde ich es aber überflüssig, den Leser länger damit aufzuhalten, und wie Prony in dem zweyten Theil seiner nouvelle Architecture hydraulique gethan hat, eine Tafel zu berechnen, welche aus der Siedhitze des Wassers die zugehörige Erhebung über der Meeresfläche giebt, da alles auf die Bestimmung des Barometerstandes aus der Siedhitze ankommt, und diese Bestimmung nach meinen oben gegebenen Formel ohnehin sehr leicht ist. Ein anderer Nutzen, welchen man aus dem entdeckten Gesetz für die Expansivkraft der Wasserdämpfe ziehen kann, ist die Regulirung des Siedpuncts der Thermometer für jeden gegebenen Barometerstand. Hierbey kommt es auf die Auflösung der Aufgabe an: aus dem gegebenen Barometerstand die zugehörige Temperatur des Wasserdampfes oder die ihr gleiche Siedhitze zu finden. Man sieht das hier in der allgemeinen Formel, $e = t^{1,4113 + 0,0054\, e}$ gegeben ist, und t gesucht wird. Da bey dieser Auflösung der Logarithme von t mit t multipliciret wird, so muß man den Logarithmen durch seine Zahl ausdrücken, und die Reihe, wodurch alsdann e gegeben ist, umkehren, um t aus e zu finden. Diese weitläuftigen Rechnungen kann man aber in der Ausübung völlig entbehren, wenn man bedenkt, daß die zwischen zwey nächste Werthe von t fallenden Unterschiede von e und t einander ohne merklichen Fehler proportional sind. Aus der 5ten Tafel hat man den Unterschied der Barometerstände zwischen 79° und 80° Temperatur = 1,25 Zoll, man nenne den Unterschied des beobachteten Barometerstandes von 28 Zoll = d, und sage, 1,25 : d = 1 : Gesuchte, so erhält man den Unterschied

schied der beobachteten Siedhitze von 80° in Theilen des reaum. Thermometers ausgedruckt *).

Ich kehre nach dieser Ausschweifung zu meinem Gegenstand zurück, und komme auf die Untersuchungen, welche ich über die Dichte und latente Hitze des Wasserdampfes bey verschiedenen Temperaturen angestellt habe.

Hierüber sind bisher wenig directe Untersuchungen von den Naturforschern angestellt worden. Wenigstens ist das Folgende alles, was ich mich davon gelesen zu haben erinnere. Saussüre erzählt in seiner Hygrometrie S. 114 f. einige Versuche, welche er in der Absicht angestellt hat, um die Menge Wasser zu finden, welche ein Cubikfuß Luft, indem sie vom Punkt der größten Trockenheit bis zum Punkt der größten Feuchtigkeit seines Hygrometers kommt, aufgelöset erhalten kann. Er trocknete die Luft in einem großen gläsernen Ballon, der über 4 pariser Cubikfuß faßte, und worin er ein Hygrometer, Thermometer und Barometer eingeschlossen hatte, vermittelst

*) Nimmt man 28 Zoll allgemein für den Barometerstand an, bey welchem man den Siedpunct der Thermometer bestimmen will, und heißt der Abstand zwischen dem Eis- und Siedpunct des Thermometers a, den für irgend einen andern Barometerstand gefundnen Abstand der beiden Puncte b, so läßt sich a aus b durch folgende Proportion bestimmen. $1{,}25 : d = \frac{1}{80} a : a - b$, wo d den Unterschied der Barometerstände in Decimaltheilen von pariser Zollen bedeutet. Dieß giebt $1{,}25 \cdot 80 \cdot a - b = d\,a$ und $a = \frac{80 \cdot 1{,}25 \cdot b}{80 \cdot 1{,}25 - d}$ Wenn die beobachtete Barometerhöhe über 28 Zoll beträgt, so darf man nur für d einen negativen Werth in der Formel für a setzen. Genauer hat man für diesen Fall $a = \frac{80 \cdot 1{,}30 \quad b}{80 \cdot 1{,}30 + d}$ weil, wie aus der 5ten Tafel erhellet, der Unterschied der Barometerstände zwischen 80° und 81° Temperatur 1,30 beträgt.

mittelst geglühter Potasche, so gut wie möglich aus. Hierauf brachte er etwas feuchte Leinwand, deren Gewicht er genau bestimmt hatte, in den Ballon, und bemerkte, indem er den ganzen Apparat sorgfältig in einerley Temperatur zu erhalten suchte, wie viel Feuchtigkeit verdunstete, indem das Hygrometer bis zum Punkt der größten Feuchtigkeit gieng. Es kamen im Durchschnitt 11 — 12 Gran Wasser auf einen Cubikschuh Luft bey einer Temperatur von 14 — 15°, das Barometer stieg durch den Druck der Dämpfe von 27 Zoll auf 27 Zoll 6 Linien. Vergleicht man die Vermehrung der Elastizität der eingeschlossenen Luft mit der Expansivkraft des Wasserdampfes in der 5ten Tafel bey gleicher Temperatur, so erhellet, daß diese jene nur um weniges übertrifft, und ihr völlig gleich seyn würde, wenn die Temperatur des Saussürischen Apparats = 14° gesetzt würde. Dies berechtiget ferner zu der Voraussetzung, der Wasserdampf habe sich mit der eingeschlossenen Luft blos mechanisch vermischt und sie verdichtet, so, wie wenn noch ein Antheil atmosphärischer Luft hinzugekommen wäre. Da nun der Raum der eingeschlossenen Luft sich nach dem mariottischen Gesetz umgekehret wie ihre Elastizität verhält, so wurde die Luft durch die Würkung des Dampfes in dem saussürischen Versuch um $\frac{1}{55}$ verdichtet, und diesen Raum = $\frac{1}{55}$ par. Cubikfuß = 31, 5 Cubikzolle nahm der aus 12 Gran Wasser bey 14 — 15° Wärme gebildete Dampf ein. Setzt man das Gewicht eines pariser Cubikfußes Wasser = 70 Pfund, so beträgt $\frac{1}{55}$ Cubikfuß $1\frac{3}{11}$ Pfund = 11729 par. Gran. Folglich war der in diesem Versuch gebildete Dampf 1056mal leichter als Wasser oder 1,3mal leichter als Luft, wenn man diese 840 leichter als Wasser setzt. Die Art, wie Saussüre diesen Versuch angestellt hat, verspricht keine große Genauigkeit für die Bestimmung der Dichte des Wasserdampfes, welches auch gar nicht der Endzweck des Versuches war.

Vor-

Fürs erste werde ich in dem zweyten Theil meiner Abhandlung durch mehrere Thatsachen direct erweisen, daß die Expansivkraft des reinen, im luftleeren Raum gebildeten, Wasserdampfes keineswegs mit der Expansivkraft eines mit Luft vermischten Wasserdampfes ganz einerley ist, und man folglich nicht geradezu von der Dichte des einen auf die Dichte des andern schliessen darf. Zweytens, hält es ausserordentlich schwer, einen so großen Apparat, wie der Saussürische war, in allen seinen Theilen bey gleicher Temperatur zu erhalten, um das Niederschlagen des Wassers an die kältern Stellen, noch ehe die Luft bis zum Sättigungspunkt mit Dämpfen erfüllt ist, ganz zu verhüten. De Luc erzählt in seiner Schrift über die Metereologie, daß Watt aus seinen Beobachtungen über die Dampfmaschinen geschlossen habe, die Dämpfe des siedenden Wassers seyen über 1300mal leichter, oder dünner als Wasser. Die Art, wie Watt seine Beobachtungen angestellt hat, finde ich aber nicht genau angegeben. Da ich directe Versuche über diesen Gegenstand anzustellen willens war, so dachte ich über die beste Methode nach, welche hierbey zu befolgen wäre. Ich fand kein anderes Mittel, die Dichte des reinen Wasserdampfes bey einer niedrigern Temperatur als der Siedhitze zu bestimmen, als ein bestimmtes Gewicht Wasser in das Vacuum der Luftpumpe oder des Barometers zu bringen, und zu untersuchen, welchen Raum es da in Dampfgestalt bey einer bestimmten Temperatur einnehme. Da ich indessen die Art, dies mit Genauigkeit zu bewerkstelligen, mit allzuvielen Schwierigkeiten verknüpft fand, so mußte ich mich vor jetzt auf die Untersuchung der Dichte der Dämpfe des siedenden Wassers, welche ohnehin, wegen ihrer Anwendung auf das Maschinenwesen, die interessantesten sind, einschränken. Der Grundsatz, worauf ich diese Versuche bauete, ist folgender. A (Fig. 5.) bezeichne das Gewicht eines hohlen leichten Gefäßes von

Glas,

Glas, dessen Capazität bekannt, oder wenigstens bestimmt unveränderlich, ist. An das Gefäß sey eine gekrümmte, bey d offene, Thermometerröhre b c d angeschmolzen. Man wiege das Gefäß in diesem Zustande an einer sehr empfindlichen Wage, so erhält man das Gewicht des Gefäßes nebst dem Gewicht der eingeschlossenen Luft = A + L. (Eigentlich geht von dem genannten Gewicht das ab, was der ganze Apparat als ein in der Atmosphäre eingetauchter Körper an Gewicht verlieret, weil aber dieser Verlust, so lange der Versuch dauert, als eine unveränderliche Größe angesehen wird, so hat er auf die Bestimmung des Gewichtes der Dämpfe keinen Einfluß, und kann ausser Acht gelassen werden.) Nun bringe man etwas destillirtes Wasser in das Gefäß, und lasse dasselbe bis zur Trockne verkochen, und verschliesse in diesem Augenblick die Oeffnung d luftdicht mit etwas Wachs oder dergleichen. Läßt man hierauf das Gefäß bis zu der Temperatur, die es vor der Einfüllung des Wassers hatte, erkalten, so beschlägt sich der den Raum des Gefäßes bey der Siedhitze anfüllende Wasserdampf als ein sichtbarer Thau an den innern Wänden des Gefäßes, und läßt einen luftleeren Raum zurück. Bringt man das Gefäß in diesem Zustande abermals an die Wage, so erhält man das Gewicht des Gefäßes nebst dem Gewicht des eingeschlossenen Dampfes = A + D. Oeffnet man hierauf das Gefäß, so stürzt die atmosphärische Luft hinein, zersetzt die noch übrigen Dämpfe und füllt den ganzen innern Raum des Gefäßes an, bis auf den kleinen Theil, welchen die zersetzten Dämpfe einnehmen, den man ausser Acht lassen kann, da er noch nicht $\frac{1}{1000}$ des Ganzen beträgt. Man findet also durch ein drittes Abwiegen das Gewicht des Gefäßes, des Dampfes, und der im Gefäß enthaltenen Luft = A + D + L. Das erste Gewicht vom dritten abgezogen, giebt das Gewicht des im Gefäß enthaltnen Dampfes = D, das zweyte vom

dritten abgezogen das Gewicht der im Gefäß enthaltenen Luft = L, beide Unterschiede dividiret das Verhältniß des specifischen Gewichtes des Dampfes zum specifischen Gewicht der atmosphärischen Luft zur Zeit der Beobachtung. So einfach der Grundsatz ist, auf welchem der ganze Versuch beruht, so erfordert die genaue Ausführung desselben doch besondere Vorsichten, die ich jetzt erwähnen will. Das Gefäß A darf nicht zu groß und zu schwer seyn, um sein Gewicht an einer feinen Wage mit aller Schärfe bestimmen zu können. Das, dessen ich mich bediente, war auf der Lampe sehr dünn von Glas geblasen, faßte etwas über 6 pariser Cubikzolle und wog nicht völlig 1¼ Loth Cölln. M. Das Wasser, welches man in das Gefäß bringt, muß sehr reines destillirtes Wasser seyn, damit es bey dem Verdampfen keinen Bodensatz zurückläßet, welcher das Gewicht vergrößern könnte. Indem man das Wasser bis zur Trockne verkochen läßet, muß man darauf sehen, daß das Gefäß überall gleichförmig, und nicht zu stark erhitzt werde. Ich habe eine Argandische Lampe zu diesem Versuch am schicklichsten gefunden, über deren Rauchfang ich das Gefäß frey mit der Hand hielte, und es fleissig umwendete, damit das Wasser nicht an der einen Stelle vertrocknete, indeß sich die Dämpfe an einer andern kältern Stelle beschlugen. Auf diese Weise brachte ich es dahin, daß alle sichtbare Flüssigkeit in demselben Augenblick aus dem Gefäß verschwand, in welchem der letzte Dampfhauch zur Oeffnung d heraus blies. Alsdann muß unverzüglich die Oeffnung mit einem in Bereitschaft habenden Wachskügelchen verschlossen, und das Gefäß vom Feuer gebracht werden. Geschähe dieses nicht, so würden sich die in dem Gefäß enthaltenen Wasserdämpfe sehr schnell über die Siedhitze erwärmen, und durch ihre vermehrte Expansivkraft zum Theil aus dem Gefäß treten, und man würde ihr Gewicht an der Wage zu klein finden, oder eigentlich zu reden, man würde

würde das specifische Gewicht eines über die Siedhitze erwärmten Wasserdampfes bestimmen. So fand ich wirklich in einem meiner ersten Versuche, wo ich noch nicht aufmerksam genug auf diesen Umstand war, das Gewicht der Wasserdämpfe dreymal geringer als das Gewicht der Luft, da doch die nachstehenden Versuche zeigen, daß es nicht über $1\frac{1}{2}$mal geringer ist. Schlösse man hingegen das Gefäß zu frühe, ehe alle sichtbare Feuchtigkeit verdampfet ist, so würde man das Gewicht der Dämpfe zu groß finden. Ich setze mehrere Versuche hierher, welche ich zu verschiedenen Zeiten auf die beschriebene Weise angestellt habe, damit derg eneigte Leser selbst von dem Grad der hierbey erreichbaren Genauigkeit urtheilen könne.

1ter Versuch	der Wasserdpf.	1,81mal	leichter als die Luft	
2ter Versuch	—	—	1,71	
3ter Versuch	—	—	1,70	
4ter Versuch	—	—	1,75	
Mittel	—	—	1,742	

wofür ich als eine runde Zahl 1,75 schreibe. Da das Gewicht der Luft selbst nicht zu allen Zeiten gleich groß ist, so nehme ich nach meinen (in meiner Samml. phys. mathem. Abhandlungen) darüber angestellten Versuchen, das Gewicht der Luft im Mittel 840mal kleiner als das Gewicht des Wassers bey einer Temperatur von 15° Reaum. Dies giebt den Dampf des siedend-heißen Wassers 1470 mal leichter oder dünner als Wasser. Der reine im leeren Raum bey geringern Temperaturen, als die Siedhitze ist, gebildete Wasserdampf ist eine noch ungleich leichtere und dünnere elastische Flüssigkeit. Dies haben mir meine so eben angeführte Versuche augenscheinlich bewiesen. Denn sobald das Gefäß A, welches, so lange es die Temperatur der Siedhitze hat, ganz mit durchsichtigen Wasserdämpfen angefüllt ist und völlig trocken scheint, von dem Feuer kommt, so werden die innere Wände desselben durch niedergeschlagene zersetzte Dämpfe feucht,

und diese Feuchtigkeit nimmt mit der Erkältung des Gefäßes immer zu. Folglich müssen die in dem Gefäß zurückbleibenden Dämpfe, da sie bey den niedrigern Temperaturen immer weniger Wasser aufgelöset enthalten, auch immer dünner werden. Daß aber bey jeder Temperatur bis zur Eiskälte hin noch unzersetzte Dämpfe zurückbleiben, ersiehet man, wenn es auch nicht schon aus den bereits angeführten Versuchen über die Expansivkraft der Wasserdämpfe erhellte, sehr augenscheinlich, wenn man das Gefäß öffnet, denn in diesem Augenblick werden alle noch übrige Dämpfe durch die plötzlich eindringende Luft zerstöhret, und das niedergeschlagene Wasser rinnt in dicken Tropfen an den Wänden des Gefäßes herab. Erhitzt man den im Gefäß befindlichen Wasserdampf über die Siedhitze, so findet man, wie schon angeführet, das specifische Gewicht des Dampfes ebenfalls geringer. Dies rühret aber von einer andern Ursache her und widerspricht der vorhergehenden Erscheinung keineswegs. Sobald alle Feuchtigkeit im Gefäß in Dampf aufgelöset ist, und die Wirkung der Wärme dauert auf den bereits gebildeten Dampf fort, so vermehret sich dessen Expansivkraft mit der Temperatur nach dem bereits vorgetragnen Gesetz. Kann der Dampf unter diesen Umständen entweichen, so geschieht dies in dem Maaß wie seine Expansivkraft zunimmt. Hierdurch wird der zurückbleibende Dampf allerdings dünner, aber seine Wassertheilchen entfernen sich zugleich immer mehr von dem Punkt der Zersetzung, oder der Dampf wird heißer, dünner und trockner. In jenem Fall hingegen, wo der bey der Siedhitze gebildete Wasserdampf in verschlossenen Gefäßen einer immer kältern Temperatur ausgesetzt wird, bleibt der Dampf stets auf dem Punkt seiner größten Dichte, welchen er nicht überschreiten kann ohne sich zu zersetzen, und weil diese Dichte bey abnehmender Temperatur immer geringer wird, so muß sich der Dampf zersetzen und dünner werden.

Nach-

Nachdem ich die Dichte des siedend-heißen Wasserdampfes durch directe Versuche bestimmt hatte, so war ich sehr begierig die Dichte des Wasserdampfes bey höhern Temperaturen zu erforschen, wenn die Quelle des Dampfes (das siedende Wasser) wie in dem papinianischen Topf oder den Dampfmaschinen im Großen, stets fortdauert. Dies ist wegen der Anwendung des Wasserdampfes als bewegende Kraft bey Maschinen von der größten Wichtigkeit, und nicht minder interessant für die Theorie der Dämpfe überhaupt. Hierdurch kann die schon oben berührte Frage entschieden werden, ob die in verschlossenen Gefäßen mit der Temperatur schnell wachsende Expansivkraft der Wasserdämpfe, blos von der durch die Wärme vermehrten specifischen Elastizität, oder von der immer zunehmenden Dichte des Dampfes, oder von beiden Ursachen zugleich herrühre. Da ich keine der voran geführten Methoden, die Dichte des Wasserdampfes im papinianischen Topf zu bestimmen, anwenden konnte, so bediente ich mich des indirecten Weges: aus der Geschwindigkeit des durch eine bekannte Expansivkraft zu einer gegebenen Oeffnung herausströhmenden Wasserdampfes auf seine Dichte zu schliessen. Man nenne a die gegebene Oeffnung, e die unveränderliche Expansivkraft des eingeschlossenen Wasserdampfes, d die Dichte des Dampfes in Vergleichung gegen die Dichte des Quecksilbers oder des Wassers, je nachdem man e durch die Höhe einer Quecksilber- oder Wassersäule ausdruckt, so ist $\frac{e}{d}$ die Höhe einer Dampfsäule von der Dichte d, deren Gewicht der Expansivkraft des Dampfes gleich ist. Hieraus folgt nach hydraulischen Gesetzen die Geschwindigkeit des in den leeren Raum ströhmenden Dampfes $c = 2\sqrt{g\frac{e}{d}}$, wenn $2\sqrt{g}$ die Beschleunigung der Schwere bedeutet. Dies giebt ferner die Masse des in einer gegebenen Zeit t durch die Oeffnung a ausströhmenden Dampfes $m = tacd$

 $= ta$

$= t a 2 \sqrt{g e d}$. Für eine andere Expansivkraft E und Dichte des Wasserdampfes D findet man die in derselben Zeit durch dieselbe Oeffnung strömende Menge $M = t a 2 \sqrt{g E D}$. Daher $m : M = \sqrt{ed} : \sqrt{ED}$. Wenn der Wasserdampf nicht in einem leeren Raum, sondern in die Atmosphäre strömt, so muß man für die bewegende Kraft des Dampfes nicht die wirkliche Expansivkraft des eingeschlossenen Dampfes, sondern den Unterschied derselben und des Drucks der Atmosphäre setzen. Ferner ist zu bedenken, daß der Dampfstrahl, indem er die Luft in Bewegung setzen muß, Widerstand findet; hierzu gesellt sich die Reibung des Dampfes an der Oeffnung, und dergleichen mehr. Dieser gesammte Widerstand, insbesondere aber der von der Luft herrührende, muß um desto beträchtlicher seyn, je dünner der bewegte Dampf gegen die in Bewegung zu setzende Luftmasse ist. Daher werden die durch Beobachtung gefundenen Werthe von m, M und c, C immer viel kleiner ausfallen, als sie die Rechnung giebt. Indessen hat die Erfahrung wenigstens bey dem Wasser und andern tropfbaren Flüssigkeiten gelehret, daß, wenn gleich die absoluten Werthe von C und c beträchtlich kleiner als die berechneten ausfallen, doch ihr Verhältniß untereinander dasselbe, und den Höhen des Drucks proportional bleibt. Dies auf die bewegten Dämpfe angewendet, so erhellet, daß man in der Proportion $m : M = \sqrt{ed} : \sqrt{ED}$ die durch Beobachtung gefundenen Werthe für m, M schreiben könne. Weiß man nun ferner e, E aus den beobachteten Temperaturen des ausströmenden Dampfes, und einen der Werthe d, D durch einen directen Versuch, (etwa d die Dichte des Dampfes bey der Siedhitze) so läßt sich daraus der andere Werth berechnen. Wäre $d = D$, so ist $m : M = \sqrt{e} : \sqrt{E}$. und für $e = E$ ist $m : M = \sqrt{d} : \sqrt{D}$.

Die Versuche zur Bestimmung der Werthe von m, M habe ich mit dem Fig. 2. abgebildeten Apparat angestellt,

stellt, mit der Veränderung, daß ich das Gefäß d d mit der langen Barrometerröhre abschraubte und den Dampf zur Oeffnung c herausströhmen ließ. Die cylindrische Höhlung der Röhre b c, so wie die Durchbohrung des Hahns betrug ungefähr $\frac{3}{4}$ pariser Linie im Durchmesser. Weil diese Oeffnung zu groß war, als daß ich den Dampf zu derselben hätte ausströhmen lassen können, ohne daß, auch bey immer fortwirkendem Feuer, die Temperatur des Dampfes im Topf sich erniedrigte, so ließ ich die Oeffnung der Röhre c mit einer dünnen eisernen Platte verlöthen, in deren Mitte sich eine kreisförmige Oeffnung befand, welche 0,003 rhländ. Fuß im Durchmesser hatte. Bey dieser kleinen Oeffnung habe ich es in den nachstehenden Versuchen dahin gebracht, daß durch eine zweckmäßige Behandlung des Feuers die Temperatur im Topf sich während dem Ausströhmen der Dämpfe nicht merklich änderte. Kleine bis zu einem Grad gehende Schwankungen des Thermometers waren, besonders bey der ersten Eröffnung des Hahnens, nicht ganz zu vermeiden. Ich nahm in diesem Fall den mittlern Stand des Thermometers für die unveränderliche Temperatur an. Wenn ich den Topf sowohl als das darinn enthaltene Wasser durch vorläufiges Kochen hinlänglich von Luft gereinigt hatte, so verschloß ich den Hahnen, und wog den ganzen Apparat auf einer scharfen Wage. Nun erhitzte ich den Topf so lange, bis das darin befindliche Thermometer etwa $\frac{1}{2}$ Grad über der Temperatur war, bey welcher ich die Dämpfe wollte ausströhmen lassen, und öffnete den Hahnen. In diesem Augenblick fiel das Thermometer gewöhnlich sehr schnell um einen Grad, und mußte durch starkes Anblasen des Feuers wieder auf den Normalstand zurückgebracht werden. Nachdem der Dampf zehen Minuten lang ausgeströhmt hatte, verschloß ich den Hahnen, und wog den Apparat abermals, sobald er auf die Temperatur zurückgekommen war, bey welcher das

 anfäng-

anfängliche Gewicht bestimmt wurde. Die nachstehenden Versuche sind diejenigen, welche ich für die richtigsten zu halten Ursach habe.

Erster Versuch.

Der Dampf ströhmte aus bey	$82\frac{1}{2}°$ Wärme.
Expansivkraft des Dampfes	31, 27 Zoll.
Barometerhöhe zur Zeit der Beobacht.	28, 25
Bewegende Kraft des Dampfes = e =	3, 02

Gewicht des Dampfes, welcher in Zeit von 10 Minuten ausströhmte = 3,906 Loth.

Zweyter Versuch.

Der Dampf ströhmte aus bey	90° Wärme.
Expansivkraft des Dampfes	43, 50 Zoll.
Barometerstand	28, 33
Bewegende Kraft	15, 17
Gewicht des ausgeströhmten Dampfes	7,23 Loth.

Dritter Versuch.

Der Dampf ströhmte aus bey	96° Wärme.
Expansivkraft des Dampfes	56, 18 Zoll.
Barometerstand	28, 25
Bewegende Kraft des Dampfes	27, 93

Gewicht des Dampfes, welcher in 10 Minuten ausströhmte . 12,72 Loth.

Vierter Versuch.

Der Dampf ströhmte aus bey	100° Wärme.
Expansivkraft des Dampfes	66, 47 Zoll.
Barometerstand	28, 10
Bewegende Kraft	38, 37
Gewicht des ausgeströhmten Dampfes	13, 81.

Aus diesen Versuchen lassen sich nach den oben angeführten Grundsätzen folgende Resultate ziehen. Man ver-

vergleiche die in dem ersten Versuch gefundenen Werthe, nach der Reihe mit den Werthen des zweyten, dritten und vierten Versuchs, so erhält man aus dem

ersten und zweyten Versuch

$$m : M = 1 : 1,86$$
$$\sqrt{e} : \sqrt{E} = 1 : 2,24$$

ersten und dritten Versuch

$$m : M = 1 : 3,30$$
$$\sqrt{e} : \sqrt{E} = 1 : 3,04$$

ersten und vierten Versuch

$$m : M = 1 : 3,54$$
$$\sqrt{e} : \sqrt{E} = 1 : 3,56.$$

Da in diesen drey Fällen das Verhältniß $m : M$ dem Verhältniß $\sqrt{e} : \sqrt{E}$ nahe kommt, und die Abweichungen auf entgegengesetzte Seiten fallen, so ist nichts wahrscheinlicher, als daß diese Abweichung blos von Fehlern in den Versuchen herrühren, und das Verhältniß $m : M = \sqrt{e} : \sqrt{E}$ sey, d. i. daß die Dichte des im papinianischen Topf eingeschlossenen Wasserdampfes unveränderlich bleibe, und die Erhöhung der Temperatur blos eine Vermehrung der specifischen Elastizität des schon gebildeten Dampfes bewirke. Dieser Satz giebt zugleich Rechenschaft von einigen merkwürdigen Erscheinungen, welche man bey dem Erhitzen der Flüssigkeiten im papinianischen Topf, oder überhaupt in verschlossenen, besonders luftleeren, Gefäßen bemerkt, und erhält durch sie eine neue Bestätigung. In den ersten Augenblicken, wo man das Feuer unter ein solches luftleeres zum Theil mit Wasser gefülltes Gefäß bringt, entsteht ein mit Aufwallen begleitetes wirkliches Kochen der Flüssigkeit. Sobald dies aber eine Zeitlang gedauert und eben dadurch die Temperatur des ganzen Apparats sich stufenweis erhöhet

höhet hat, höret das Kochen auf, und die Flüssigkeit bleibt ruhig, wenn gleich die Temperatur weit über den Siedpunct steigt. Schafft man den eingeschlossenen über dem Wasser gebildeten Dämpfen einen Ausweg, so fängt das Kochen von neuem an, und dauert nun ununterbrochen fort. Daher bemerkt man die Erscheinungen der ruhigen Erhitzung der Flüssigkeit gar nicht, oder wenigstens viel später, wenn der Apparat, worin die Dämpfe eingeschlossen werden, sehr groß, oder überhaupt so beschaffen ist, daß der vom Feuer entferntere Theil stets kälter bleibt, als der nähere, und eine beständige Destillation der Dämpfe innerhalb der Gefäße statt finden kann. Diesen Fall ausgenommen, wächset die Temperatur des bereits gebildeten Dampfes eben so schnell, als die Temperatur des Wassers, und die mit der höhern Temperatur immer zunehmende Expansivkraft des Dampfes verhindert die neue Bildung desselben aus dem Wasser, da, wie die nachstehenden Versuche über die latente Hitze des Dampfes beweisen, ungleich mehr Wärme erforderlich ist, aus Wasser Dampf zu bilden, als die Temperatur und Expansivkraft des bereits gebildeten Dampfes zu erhöhen. Hieraus erklärt sich ferner die schon bemerkte Erscheinung, daß die Dämpfe im papinianischen Topf mit der zunehmenden Hitze immer trockner werden, weil sie sich immer mehr von dem Punct ihrer größten Dichte entfernen, welche sie bey der obwaltenden Temperatur, ohne sich zu zersetzen, annehmen können. Daher verbrennen die zur Verschliessung bey den Schrauben gebrauchten Leder durch die Wirkung der heißen Dämpfe, wie durch die unmittelbare Wirkung des Feuers, und die dampfdichte Verschliessung fällt endlich so schwer. Ich hätte sehr gewünscht, irgend eine hygroscopische Substanz der Wirkung der Dämpfe im papinianischen Topf unmittelbar aussetzen zu können, um ihren Gang zur Trockenheit mit der zunehmenden Temperatur genauer messen zu können.

Bis

Bis jetzt ist es mir aber nicht geglückt, einen dazu schicklichen Körper aufzufinden. Setzt man nach diesem Untersuchungen die Dichte des im papinianischen Topfs eingeschlossenen Wasserdampfes bey jeder Temperatur der gefundenen Dichte der siedend-heißen Wasserdämpfe gleich, so läßt sich die Menge m des in der Zeit t aus der Oeffnung a geströhmten Wasserdampfes nach der Formel $m = t a 2 \sqrt{g e d}$ berechnen, wenn man für die Buchstaben $t = 10 . 60$ Secunden,

$a = 0,00066$ par. Quadratfuß,
$g = 15$, par. Fuß,
$d = \frac{1}{1470}$ der Dichte des Wassers $(= 1)$

und für e die in den Versuchen 1.2.3.4 angegebenen Werthe in Fuß reduciret, und mit 13,5.70 Pfund (der specifischen Schwere des Queckfilbers in das Gewicht eines Cubikfußes Wassers) multipliciret setzt. So finde ich für

m im ersten Versuch 1,23 Pfund	=	39, 36 Loth.
Die Beobachtung gab nur	=	3,906 Loth.
m im zweyten Versuch 2,765 Pf.	=	78,48 Loth.
Die Beobachtung gab	=	7,25 Loth.
m im dritten Versuch 3,754 Pf.	=	120,128 Loth.
Die Beobachtung gab	=	12,72 Loth.
m im vierten Versuch 4,4 Pf.	=	140,8 Loth.
Die Beobachtung gab	=	13,81 Loth.

Dividirt man die durch Beobachtung gefundenen Werthe in die durch Rechnung gefundenen, so ergeben sich die folgenden Quotienten aus dem

ersten Versuch	10,008
zweyten Versuch	10,825
dritten Versuch	9,444
vierten Versuch	10,020
im Mittel	10,096

Da

Da der mittlere Quotient wenig von dem aus den einzelnen Beobachtungen abweicht, so läßt sich hieraus die für die Ausübung wichtige Folge ziehen: man berechne aus der gegebenen bewegenden Kraft des Wasserdampfes, seiner Dichte und der Größe der Oeffnung, nach hydraulischen Grundsätzen die in einer bestimmten Zeit ausfahrende Menge desselben, und nehme hiervon den zehnten Theil, so hat man ohne großen Fehler die in derselben Zeit wirklich herausfahrende Menge Dampf. Ich bescheide mich zwar gerne, daß, da meine Versuche nur im Kleinen angestellt worden sind, man keine geometrische Schärfe von ihrer Anwendung im Großen erwarten dürfe. Indessen bürgt mir doch ihre gute Uebereinstimmung unter einander dafür, daß keine grobe Fehler dabey begangen worden sind, und kleine Unvollkommenheiten wird man um so eher verzeihlich finden, da es, so viel ich weiß die ersten Versuche sind, durch directe Erfahrungen die Geschwindigkeit, und die bewegende Kraft der Wasserdämpfe bey verschiedenen Temperaturen zu bestimmen.

Nach Bossût Hydrodynamik 2 B. S. 34 d. deutschen Uebersetzung verhält sich die aus einer kleinen Oeffnung in einer dünnen Platte aus einem Gefäß bey unveränderlicher Wasserhöhe auslaufende Menge von Wasser zu der nach der Theorie berechneten = 5 : 8. Die vorstehenden Versuche geben unter ähnlichen Umständen die wirklich ausgeströhmten Mengen von Dampf zu den berechneten = 1 : 10. Woher rühret die große Verschiedenheit in beiden Verhältnissen? Es ist bekannt, daß die Verminderung in der nach der Theorie berechneten Ausflußmenge des Wassers, theils von der durch den Widerstand der Luft verminderten Geschwindigkeit, größtentheils aber von dem durch die Zusammenziehung des Wasserstrahles gleichsam verengten Querschnitt der Oeffnung

nung herrühren. Beide Ursachen wirken auch auf die Verminderung der Menge des ausgeströhmten Dampfes, aber in sehr verschiedenem Verhältniß. Hier beträgt die durch den Widerstand der Luft verzögerte Geschwindigkeit ungleich mehr, als die Verminderung durch die Verengung des Strahles. Daß eine Verengung des Dampfstrahles wirklich statt finde, hat mich der Augenschein bey meinen Versuchen gelehret, sie war aber zu gering, und überhaupt der Querschnitt der Oeffnung zu klein, als daß ich das Verhältniß der Zusammenziehung hätte bestimmen können. Die Wirkung des Widerstandes der Luft war desto augenfälliger. Der Dampfstrahl blieb in dem ersten Versuch, wo die bewegende Kraft durch eine Wassersäule von 3,4 Fuß dargestellt werden kann, kaum einen Zoll über der Mündung der Röhre beysammen und undurchsichtig, von hieran verwandelte er sich in einen sichtbaren Nebel, welcher in einer Höhe von einem Fuß, alle Bewegung verlohren hatte, und in der Luft verschwand. In dem vierten Versuch, wo die bewegende Kraft durch eine Wassersäule von 43,2 Fuß dargestellt wird, betrug die Höhe des unsichtbaren Dampfstrahles 6 — 8 Zoll, die Höhe des sichtbaren Nebels 4 — 5 Fuß. Der Widerstand, welchen die Luft dem ausströhmenden Dampf entgegensetzt, rühret von zwey ganz verschiedenen Ursachen her, wovon man die eine, welche in der Trägheit der Luft ihren Grund hat, den mechanischen, die andere, welche von der Ziehkraft der Luft gegen das Wasser des zersetzten Dampfes herrühret, den chemischen Widerstand der Luft nennen könnte. Die letzte Art des Widerstandes vermehret den ersten ausserordentlich, weil sie die Zersetzung des Dampfes und seine Zertheilung befördert, wodurch die Oberfläche, welche der Dampf der zu bewegenden Luft darbietet, die ohnehin wegen der Dünnheit des Dampfes sehr beträchtlich ist, noch vergrößert wird. Aus dem großen Widerstand, welchen die Luft der Be-

 wegung

wegung des Wasserdampfes entgegensetzt, verbunden mit der geringen Masse des Dampfes, erkläret es sich, warum ein aus einem verschlossenen Dampfbehälter mit großer Geschwindigkeit in die Atmosphäre fahrender Dampfstrahl hier seine Bewegung so bald verlieret. Hieraus läßt sich die für die Maschinenlehre practische Folge ziehen, daß es nicht vortheilhaft sey, den Stoß eines Dampfstrahles gegen einen festen Körper als bewegende Kraft an einer Maschine (wie das Wasser an einem unterschlächtigen Rad) zu gebrauchen, indem $\frac{9}{10}$ von der Wirkung der angewendeten Kraft durch die Wirkung der Widerstände verloren gehen und nur $\frac{1}{10}$ zur Bewegung der Maschine dienet. Desto vortheilhafter ist es, die Expansivkraft des Dampfes, als eine blos drückende Kraft, wie in den Dampfmaschinen geschieht, zur Erzeugung und Unterhaltung der Bewegung zu gebrauchen; weil man hier durch eine sehr geringe Masse eine ganz ausserordentliche Kraft hervorbringen kann. Die nachstehenden Versuche über die latente Hitze des Wasserdampfes, verbunden mit den bereits angeführten über die Expansivkraft desselben, werden zeigen, daß es viel vortheilhafter ist, den Wasserdampf bey hohen als bey niedrigen Temperaturen als bewegende Kraft an den Maschinen zu gebrauchen.

Ehe ich von meinen Versuchen über die latente Hitze des Wasserdampfes rede, muß ich mich bestimmt erklären, was ich unter latenter Hitze des Wasserdampfes verstehe. Aus dem, was ich zu Anfang dieser Abhandlung von der deLücchen Theorie der Dämpfe gesagt habe, erhellet, daß der Wasserdampf aus der Vereinigung des Wassers mit den Theilchen des Feuers oder der Wärme entstehe. Durch die Stoßkraft und schnelle Bewegung der letztern erhalten die trägen und schweren Wassertheilchen, indem ihre Cohäsion überwunden wird, eine ähnliche, nur

nur minder schnelle, Bewegung, als die freien Feuertheilchen, wodurch eigentlich die Umänderung der tropfbar flüssigen in die elastisch flüssige Form bewirkt wird. Hieraus folgt, daß jene Feuertheilchen, welche mit den Wassertheilchen in Verbindung treten, mit ihrer freien Bewegung auch ihr Bestreben in die benachbarten Körper einzudringen und Temperaturerhöhung zu bewirken, verlieren müssen. Man sagt daher, sie würden für die Anzeige des Thermometers latent. Ausser dieser latenten Wärme befinden sich in dem Dampf nach Beschaffenheit seiner Temperatur mehr oder weniger freye Feuertheilchen, welche in den Zwischenräumchen des Dampfes circuliren, seine Theilchen von einander entfernen und eben dadurch Erhöhung der Temperatur und Expansivkraft des Dampfes bewirken. Die freien Feuertheilchen dienen selbst zur Erhaltung des Dampfes, denn sobald sie durch die Wirkung eines umgebenden kältern Mittels in zu großer Menge entweichen, überschreiten die Dampftheilchen den Punct ihrer größten Annäherung, die Cohäsion des Wassers wird überwiegend, ein Theil des Dampfes zersetzt sich, und seine latente Wärme wird frey; wie dies bereits in der oben erwähnten Theorie der Wasserdämpfe, als eine Ursache der Zersetzung angegeben worden ist. Hieraus erhellet, daß man, um die latente Hitze des Dampfes zu bestimmen, untersuchen müsse, welche Temperaturerhöhung er an dem Thermometer und den umgebenden Körpern in dem Augenblick seiner Zersetzung hervorbringe. Watt hat nach Deluc (in seinen neuen Ideen über die Metereologie. 1 Th. S. 174. f.) die latente Hitze des Wassersdampfes bey der Siedhitze zu bestimmen gesucht, indem er die Dämpfe des kochenden Wassers aus einem verschlossenen Dampfkessel durch eine Röhre in ein mit kaltem Wasser angefülltes Gefäß streichen ließ, und die Temperaturerhöhung bemerkte, welche der übergegangene Dampf in einer bestimmten Menge

Wasser

Wasser hervorbrachte. Watt fand ein Mittel aus mehrern Versuchen, daß, wenn die latente Hitze des siedendheißen Wasserdampfes plötzlich frei würde, oder der Dampf sich in Wasser verwandelte, er eine Temperaturerhöhung von 943° Fahrenheit $419\frac{1}{5}$° Reaum. hervorbringen würde. Ich wählte zur Zersetzung des Wasserdampfes, und zur Bestimmung der dadurch frey werdenden Wärme, statt des Wassers, das Eis. Denn erstens werden die Wasserdämpfe durch das Eis viel schneller zersetzt, als durch das Wasser, besonders wenn seine Temperatur schon beträchtlich erhöht ist, und es zerstreuet sich weniger Wärme in die umgebenden Körper. Ueberdieß läßt sich die Menge der aus dem zersetzten Dampf freywerdenden Wärme durch die Quantität des geschmolzenen Eises viel genauer, als durch die Temperaturerhöhung des Wassers messen, weil diese Flüssigkeit ungleiche Aenderungen in der Temperatur bey gleichen Zunahmen der Wärme zeigt. Wenigstens habe ich auf die Art, wie ich meine Versuche anstellte, das Verfahren einfacher, und die vielen Correctionen, welche bey der Wattischen Methode nöthig sind, entbehrlich gemacht. Ich bediente mich des Fig. 2. abgebildeten Apparats, indem ich, statt des Quecksilbergefäßes d d mit der Barometerröhre, eine mit doppelten Hälsen versehene Glaskugel (Fig. 6.) auf die Röhre c brachte. Die beiden Hälse der Kugel wurden mit Korkstopfen verschlossen, der untere war durchbohret, und diente die Röhre c des papinianischen Topfes aufzunehmen, der obere um die Kugel, mit gröblich zerstossenem Eis, dessen Gewicht genau bestimmt wurde, zu füllen. Ich brachte die Kugel mit dem Eis zuerst in dem Augenblick auf den Topf, da dieser schon hinlänglich erhitzt, und von Luft gereinigt war. Hierauf öffnete ich augenblicklich den Hahnen und ließ den Dampf bey einem bestimmten Grad des Thermometers im Topf, das ich während dem Versuch beobachtete, in die mit Eis

ge-

gefüllte Kugel überströhmen, dabey erhielt ich den Apparat durch gelindes Klopfen in steter Bewegung. Sobald alles Eis geschmolzen war, wog ich die Menge des erhaltnen Wassers, und bestimmte dadurch die Menge des übergegangnen Dampfes. Um die von den Kohlen unter dem Topf herkommende freye Wärme von der Kugel abzuhalten, brachte ich um dieselbe einen Trichter von Pappdeckel, den ich mit zerstossenem Eis füllte. Ueberdieß brauchte ich die Vorsicht, meine Versuche, die ohnehin nur kurze Zeit dauerten, in einem kalten Zimmer, dessen Temperatur wenig von der Eiskälte verschieden war, anzustellen. Folgendes sind die Resultate meiner Versuche.

Erster Versuch. 8 Loth Eis erforderten zu ihrer Schmelzung 1,133 Loth Dampf, welcher bey einer Temperatur von 82° Reaum. überströhmte.

Im zweyten Versuch, wo der Dampf bey 93° überströhmte, schmolzen 1,125 Loth Dampf 8,156 Loth Eis.

Im dritten Versuch wurden durch 1,343 Loth 100° heißen Wasserdampf 9,875° Loth Eis geschmolzen. Ich berechne aus diesen Versuchen die latente Hitze des Wasserdampfes, indem ich nach dem Wilkenschen Versuch die Menge von Eis bestimme, welche der übergegangne Dampf geschmolzen haben würde, wenn er bey gleicher Temperatur die Capazität des Wassers für die Wärme gehabt hätte. So finde ich aus der Proportion 62° : 82° = 1,133 : 1,5, daß 1,133 Loth 82° heißes Wasser 1,5 Loth Eis schmelzen würden. Da nun eben so viel Dampf von gleicher Temperatur nach dem ersten Versuch 8 Loth Eis geschmolzen hat, so ist die Wärme des 82° heißen Dampfes $\frac{8}{1,5} = 5\frac{1}{3}$ mal größer, als die Wärme des Wassers von gleicher Temperatur, oder die gesammte Hitze des Wasserdampfes bey 82° beträgt, wenn sie frey wird $437\frac{1}{3}$°. Ganz auf ähnliche Weise finde ich aus dem zweyten Versuch den

93° heißen Wasserdampf $4\frac{5}{6}$ mal heißer, als Wasser von gleicher Temperatur, oder die gesammte Hitze des Dampfes = $4\frac{5}{6} \cdot 93 = 449\frac{1}{2}$°.

Eben so ergiebt sich die gesammte Hitze des Wasserdampfes von 100° Temperatur 4,55 mal heißer als Wasser von 100° = 455°. Man ziehe von jeder in den drey Versuchen gefundnen Hitze des Wasserdampfes die Erhöhung der Temperatur über 80° Grad ab, so erhält man für die gesammte Wärme des siedheißen Dampfes aus dem ersten Versuch $437\frac{1}{3} - 2 = 435\frac{1}{3}$°, aus dem zweyten Versuch $449\frac{1}{2} - 13 = 436\frac{1}{2}$°, aus dem dritten Versuch 455 — 20 = 435°.

Die kleinen Abweichungen sind blos den unvermeidlichen Unvollkommenheiten der Versuche zuzuschreiben, und es folgt aus dieser Uebereinstimmung, daß die latente Hitze des im papinianischen Topfs eingeschlossenen Wasserdampfes bey Temperaturen über der Siedhitze nicht größer ist, als die latente Hitze des siedheißen Wasserdampfes. Dies ist der Satz, auf welchen ich vornen als eine Bestätigung der Behauptung hingewiesen habe, daß die Vermehrung der Expansivkraft des Wasserdampfes im papinianischen Topf nicht der Verdichtung, sondern blos der durch die Wärme vermehrten specifischen Elastizität des Dampfes zuzuschreiben sey. Denn würde der Dampf bey den höhern Temperaturen merklich dichter, so müßte auch seine latente Hitze zunehmen. Ferner erhellet aus diesen Versuchen, daß die Capacität des Wasserdampfes für die zu seiner Temperaturerhöhung dienende freye Wärme nicht merklich von der Capazität des Wassers verschieden sey. Dürfte man diesen Satz auch auf den unter der Siedhitze gebildeten Wasserdampf bis zur Temperatur der Eiskälte ausdehnen, so würde daraus folgen, daß die latente Hitze des eiskalten Wasserdampfes = 436° — 80° = 350° noch über viermal

größer

größer sey, als die Hitze des siedenden Wassers. Ich versuchte es, diesen Satz an den im Vacuum der Luftpumpe gebildeten Wasserdämpfen durch Erfahrung zu prüfen, und setzte in dieser Absicht die obere Oeffnung der mit Eis gefüllten Glaskugel mit der Luftpumpe in Verbindung, und evacuirte sie. Hierauf ließ ich die Wasserdämpfe, wie in den vorhergehenden Versuchen, überströhmen und verschloß den Hahn des Topfes, sobald alles Eis geschmolzen war. Da bey den Ueberströhmen des Dampfes das Barometer der Luftpumpe schnell stieg, so war dies ein Beweis, daß sich ein Theil der Dämpfe in den leeren Raum der Pumpe begab, und ich mußte fort evacuiren, damit sich die Siedhitze des Wassers und des überströmenden Dampfes wegen des zunehmenden Drucks nicht vermehrte. Dies machte aber die genaue Bestimmung des zur Schmelzung des Eises nöthigen Dampfes sehr schwierig, und ich zähle daher selbst nicht viel auf die Genauigkeit der Versuche. Im Mittel aus einigen Versuchen fand ich, daß 1 Loth von 50° heißem Wasserdampf $5\frac{1}{4}$ Loth Eis schmolzen. Dies gäbe den Dampf bey 50° 7,2mal heißer, als Wasser von gleicher Temperatur, also für die gesammte Hitze des Dampfes bey 50° = 360°, beträchtlich geringer, als aus den vorigen Versuchen, wenn man von der gesammten Wärme des siedheißen Dampfes = 436 den Unterschied der Temperatur = 30° abzieht, aber immer noch über viermal größer, als die Hitze des siedenden Wassers.

Ich kann nicht umhin, eine für die practische Mechanik wichtige Folge dieser Versuche hier zu bemerken. Es ist bekannt, daß, wenn man sich der Expansivkraft des Wasserdampfes, wie bey den Feuermaschinen, als bewegender Kraft bedienet, die Größe dieser Kraft aus der Grundfläche des beweglichen Kolbens, worauf sie wirkt, multipliciret in die Höhe der Quecksilbersäule, welche sie balanciret, geschätzt werde. Man kann daher

die bewegende Kraft des Dampfes bey diesen Maschinen sowohl durch die Vergrößerung der Grundfläche des Kolbens, bey ungeänderter Temperatur, als auch durch die Vermehrung der Expansivkraft des Dampfes, bey ungeänderter Kolbenfläche, erhalten. Es frägt sich, welche Veränderung in Hinsicht der dadurch verursachten Feuerungskosten die vortheilhafteste sey? Diese Frage läßt sich aus den vorstehenden Versuchen mit der größten Bestimmtheit beantworten. Die Grundfläche des Kolbens heiße a^2, und der Dampf bewirke das Kolbenspiel bey einer Temperatur von 80°, so wird die Größe der bewegenden Kraft durch $a^2 . 28$ vorgestellt. Soll diese verdoppelt werden, so hat man $2 a^2 . 28$, welches man durch die Verdoppelung der Grundfläche $= 2 a^2$ oder durch Verdoppelung der Expansivkraft des Dampfes $= 2 . 28$ erhalten kann. Sowohl bey der einen, als bey der andern Veränderung setze ich die Höhe des Kolbenspieles unveränderlich. Unter dieser Voraussetzung wird die zu einem Kolbenspiel nöthige Menge Dampf bey der Verdoppelung der Grundfläche auch doppelt so groß, und die Feuerungskosten wachsen in demselben Verhältniß; den Verlust der Wärme an die umgebenden Körper nicht gerechnet. Wollte man die Expansivkraft des Dampfes bey unveränderter Kolbenfläche verdoppeln, so darf man nur die Temperatur des Wasserdampfes bis zu 96°, das ist, um 16 erhöhen. Die hierzu nöthigen Feuerungskosten verhalten sich zur Vermehrung der vorhin gefundnen, wie die Erhebung der Temperatur zur gesammten Hitze des siedheißen Dampfes $= 16 : 436 = 1 : 27\frac{1}{4}$. Ein sehr beträchtlicher Unterschied, welcher bey höhern Temperaturen des Dampfes immer größer wird. Bey einer dreyfach vermehrten Kraft würde das Verhältniß wie $26 : 2 . 436 = 1 : 33\frac{7}{13}$ seyn. Hieraus folgt der allgemeine Grundsatz, daß es in Rücksicht der Feuerungskosten vortheilhafter ist, die Dämpfe in den Dampf=

Dampfmaschinen bey höhern als bey niedrigen Temperaturen wirken zu lassen. Doch setzt die immer schwerer werdende Verschliessung der heißern Dämpfe und die erforderliche größere Stärke der Theile der Maschinen der Anwendung dieses Grundsatzes bestimmte Gränzen. Auch ist zu bemerken, daß der Verlust der Wärme an die umgebenden kältern Körper mit der erhöhten Temperatur des Dampfes wächset. Dem ungeachtet bin ich fest überzeugt, daß diese Lehren dereinst zu sehr wichtigen Verbesserungen der Dampfmaschinen im Großen führen werden, so wie man gegenwärtig schon die Wirkung dieser Maschinen blos dadurch sehr vermehret hat, daß man die Zersetzung des Dampfes in den Cylinder, und die dadurch bewirkte Erkältung, welche bey dem wiederhohlten Aufgehen des Kolbens eine Menge schon gebildeten Dampfes verzehrte, entfernt hat.

Ich komme nun auf den mir anfänglich vorgesetzten Endzweck, die Prüfung der Delucćischen Theorie der Wasserdämpfe, zurück. Es ist aber wohl unnöthig, die vollkommne Uebereinstimmung meiner Versuche mit dieser Theorie, da sie von selbst erhellet, noch besonders bemerklich zu machen. Nur der von de Luc aufgestellte Satz, daß sich die Wasserdämpfe blos mechanisch mit der Luft vermischen, und in dieser Mischung nichts von ihren auszeichnenden Eigenschaften verlieren, verdienet um so mehr eine nähere Prüfung, da er auf die sehr bestrittene Frage führet: löset die Luft das Wasser unmittelbar oder als Dampf chemisch auf, und was entsteht aus dieser Auflösung? In dieser Hinsicht war mir besonders die Untersuchung der Expansivkraft des mit Luft vermischten Wasserdampfes wichtig. Ich verspare die Erzählung meiner hierüber angestellten Versuche für eine besondere Abhandlung.

G. G. Schmidt.

2.

Ueber die Ausdehnung der trockenen und feuchten Luft durch die Wärme, und die Expansivkraft des mit Luft vermischten Wasserdampfes bey verschiedenen Temperaturen.

Es ist wohl kein Zweig der Naturlehre, worüber die Meinungen der Naturforscher mehr getheilet sind, als die Frage, woher rühret die Feuchtigkeit der Luft und in welchem Zustande befindet sich das Wasser in der Luft? Ich habe bereits in meiner vorhergehenden Abhandlung über die Expansivkraft des reinen Wasserdampfs die De-lucische Meinung erwähnet, welche die Phänomene der Feuchtigkeit unabhängig von der Luft aus den mit der Atmosphäre mechanisch vermischten Wasserdämpfen erkläret. De Luc gründet diese Behauptung insbesondere auf zwey Thatsachen, die man wenigstens nicht geradezu verwerfen darf. Die eine ist die Uebereinstimmung des Ganges des Hygrometers bey gleichen Temperaturen in verschlossenen Gefäßen, sie mögen voll Luft oder luftleer seyn; die andere, die gleiche Expansivkraft des Wasserdampfes im Vacuo und in der Luft bey einerley Temperatur. Ueber die erste Classe von Thatsachen hat de Lüc selbst in Verbindung mit Smeaton eine Reihe sehr schätzbarer Erfahrungen angestellt. (Philos. Trans. 1792. Grens Journal der Physik.) Die andere Behauptung stützt de Lüc auf die Vergleichung des Saussürischen Versuchs über die Vermehrung der Elastizität der eingeschlos-

schlossenen Luft durch die Wasserdämpfe, verbunden mit einigen von Lavoisier und de la Place angestellten Erfahrungen. Diese Naturforscher ließen einige Tropfen Wasser durch das Quecksilber in den leeren Raum des Barometers steigen, und fanden, indem das Wasser darin verdunstete, daß die Quecksilbersäule bey einer Temperatur von 12 — 15 Grad um 6 Linien heruntersank, welches ziemlich mit der Saussürischen Erfahrung übereinstimmt Indessen bemerkte de Luc selbst, daß diese Versuche noch unvollkommen seyen, und ich habe bereits in meiner Abhandlung über die Expansivkraft des reinen Wasserdampfes einige Zweifel gegen den Saussürischen Versuch vorgetragen. Hier werde ich die Versuche, welche ich über die Expansivkraft des mit Luft vermischten Wasserdampfes angestellt habe, umständlich erzählen. Ich bediente mich dazu des in der oben erwähnten Abhandlung schon beschriebenen Dampfelastizitätsmessers von Cyarci, weil man es bey diesem Werkzeug in seiner Gewalt hat, die in den untern Gefäßen enthaltene Luft ganz oder zum Theil durch die Expansivkraft der Wasserdämpfe zu vertreiben, je nachdem man das Kochen des Wassers in der Phiole eine längere oder kürzere Zeit dauern lässet. Im Ganzen genommen verfuhr ich bey der Anstellung meiner Versuche folgendermaßen. Nachdem ich die Gefäße des Dampfelastizitätsmessers bis auf einen gewissen Grad von Luft evacuiret und wieder verschlossen hatte, brachte ich sie in ein bis zum Kochen erhitztes Wasserbad, und beobachtete den Stand des Barometers und Thermometers, indem ich das Wasserbad durch Mischungen nach und nach bis zur 0° Temperatur herab erkältete. Die Beobachtungen gaben unmittelbar die Expansivkraft der in den Gefäßen des Elastizitätsmessers eingeschlossenen Luft, und des Wasserdampfes bey verschiedenen Temperaturen. Hiervon die Elastizität der trocknen Luft bey gleichen Temperaturen abgezogen, blieb die Expansivkraft

 des

des mit der Luft vermischten Wasserdampfes übrig. Ich mußte daher die Vermehrung der specifischen Elastizität der Luft durch die Wärme in verschlossenen Gefäßen genau kennen. Dies führte mich auf die vorläufige Untersuchung von der Ausdehnung der Luft durch die Wärme, da nirgends die Resultate der Beobachtungen verschiedener Naturforscher mehr von einander abweichen, als in diesem Punkt. Ich setze zur Vergleichung die ältere Beobachtungen aus Gehlers physikalischen Wörterbuch hierher.

Raum der Luft

	Beym Eispunkt.		Beym Siedpunkt.
nach Amontons	1,000	—	1,400
Lambert	1,000	—	1,375
De Luc	1,000	—	1,403
Schuckburg	1,000	—	1,4374
Roy	1,000	—	1,48421
Kramp	1,000	—	1,381
de Saussüre	1,000	—	1,339
Vandermonde, Bertholet und Monge	1,000	—	1,4328
Priestley	1,000	—	1,9375

Die große Verschiedenheit in den Angaben der Naturforscher bewog Herrn de Morveau (Guiton) durch Düvernois (Prieur) neue Versuche über diesen Gegenstand anzustellen. Düvernois bediente sich zu seinen Versuchen (man sehe Annales de chimie T. I, Grens Journal der Physik 1. B.) einer gläsernen Phiole mit gekrümmtem Hals, die er in einem Wasserbade von der Eiskälte bis zur Siedhitze erwärmte. Die Oeffnung des Schnabels der Phiole trat in einen mit Quecksilber gefüllten Recipienten, welcher die durch die Würkung der Wärme aus der Phiole getriebene Luft aufnahm. Der Raum der übergegangenen Luft wurde bey der

der Eiskälte gemessen, und gab, verglichen mit dem Raum der Phiole, die Ausdehnungen der Luft durch die Wärme, deren Grad durch ein in dem Wasserbad stehendes Thermometer bestimmt wurde. Dùvernois schränkte seine Beobachtungen auf Zwischenräume von 20 zu 20 Graden des reaum. Thermometers ein, und fand die Vermehrung des Raums der atmosphärischen Luft

von	0°	—	20°	=	0, 0789
	0°	—	40°	=	0, 2570
	0°	—	60°	=	0, 6574
	0°	—	80°	=	0, 9368.

Das Barometer stand zur Zeit der Beobachtung 26 Zoll, 9, 5 Linien, das Thermometer in der Luft — 4°, das Hygrometer von Saussüre 83½°. Dùvernois Beobachtungen sind um desto merkwürdiger, nicht blos weil sie von den ältern Angaben über die Ausdehnungen der Luft durch die Wärme, die einzige Pristleyische ausgenommen, sehr abweichen, sondern weil sie eine ungleichförmige, mit der Temperatur wachsende Ausdehnuug der Luft durch die Wärme zeigen, da man bisher fast allgemein nach den Behauptungen von Amontons und Lambert die Ausdehnung der Luft den Unterschieden der Wärme proportional setzte. Dùvernois hat auf eine ähnliche Weise die Ausdehnungen der Lebensluft, des Stickgases, des Wasserstoffgases, der Salpeterluft, der Luftsäure, und des Ammoniakgases untersucht. Prony hat in dem zweyten Theil seiner nouvelle Architecture hydraulique seine Näherungsmethode auf die von Dùvernois angestellten Beobachtungen angewendet, und vermittelst derselben eine Tafel berechnet, welche die Ausdehnungen der sieben oben erwähnten Luftarten durch die Wärme von Grad zu Grad, von 0 bis hundertsten Grad des reaumürischen Thermometers enthält. Diese Tafel gewähret unstreitig eine sehr große Bequemlichkeit, und es ist, besonders da sie das Ansehen eines solchen Mannes

für sich hat, nichts wahrscheinlicher, als daß man sich ihrer sehr häufig in physischen und mathematischen Schriften zur Bestimmung der Ausdehnungen der Gasarten durch die Wärme bedienen werde. Aber eben aus diesem Grunde schien es mir um so nöthiger, die Thatsachen, worauf sich die Pronyschen Rechnungen gründen, mit aller Strenge zu prüfen, damit nicht aus einer vielleicht auf falsche Voraussetzungen gegründeten Rechnung eine Quelle von Irrthümern entstehe, die sich leicht über ganze Zweige der Naturlehre verbreiten könnte.

Gegenwärtig schränke ich mich blos auf die Bestimmung der Ausdehnung der atmosphärischen Luft durch die Wärme ein. Ich hoffe aber, nach und nach den Naturforschern ähnliche Untersuchungen über die verschiedenen Gasarten vorlegen zu können. Vorläufig muß ich auf einen Umstand aufmerksam machen, welcher bey der Bestimmung der Ausdehnungen der Luft durch die Wärme von der größten Wichtigkeit ist. Dies ist die Frage, was für einen Einfluß hat die zu verschiedenen Zeiten der atmosphärischen Luft mehr und weniger beygemischte Feuchtigkeit auf die Ausdehnungen der Luft durch die Wärme, und darf man eine solche feuchte Luft bey den Versuchen, die zur Bestimmung des Gesetzes der Ausdehnbarkeit der Luft durch die Wärme dienen sollen, zum Grunde legen? Aus den über die Expansivkraft des reinen Wasserdampfes bey verschiedenen Temperaturen angestellten Beobachtungen, wird es schon höchst wahrscheinlich, daß auch der mit der Luft vermischte Wasserdampf, bey zunehmender Temperatur die Elastizität einer in Gefäßen eingeschlossenen Luft, und folglich die Ausdehnung durch die Wärme bey offnen Gefäßen, oder im Freyen, beträchtlich vermehren werde. So lange man daher den Einfluß der Wasserdämpfe auf die Ausdehnungen der Luft durch die Wärme nicht kennet, so lehren alle Versuche, welche man

man hierüber mit einer feuchten Luft angestellt hat, so viel als gar nichts, und es erhellet, daß man sich zur Bestimmung des Gesetzes der Ausdehnung der Luft durch die Wärme einer völlig trocknen Luft bedienen müsse. Die nachstehenden Versuche setzen diese Behauptung ausser allem Zweifel. Ich bediente mich dazu einer hohlen messingenen Kugel c (Fig. 1. T. II.) von zwey pariser Zoll Durchser im Lichten. In den Hals der Kugel b ist ein Schraubengewinde eingeschnitten, in das sich der mit einem flachen Ansatz versehene Stöpsel a schraubt. Zwischen den Ansatz des Stöpsels und die obere Fläche des Halses der Kugel wurde zur bessern Verschliessung ein feuchtes Leder gebracht. Die Ausdehnung der Luft durch die Wärme zu bestimmen, setzte ich die geöffnete Kugel in eine kleine Sandkapelle über die Argandische Lampe, und ein bis zur Siedhitze des Quecksilbers gehendes Thermometer in die Kugel. Ich moderirte die Flamme der Lampe, so daß das Quecksilber im Thermometer nur langsam in die Höhe stieg, und sobald es den Grad erreicht hatte, bis zu welchem ich die Kugel erhitzen wollte, brachte ich das Thermometer aus der Kugel, verschloß sie luftdicht, und steckte sie eilends mit umgewendetem Hals in Wasser, das durch vorgängiges Kochen von seiner Luft befreyet worden war. Erst wann die Kugel unter dem Wasser erkaltet war, öffnete ich die Schraube, und ließ durch den Druck der Atmosphäre das Wasser in die Kugel treten, indem ich den ganzen Apparat nach und nach bis zur Eiskälte durch zugemischten Schnee brachte. Der Unterschied zwischen dem Gewicht des durch den Weggang der Luft in die Kugel getretenen Wassers und dem Gewicht von Wasser, das den ganzen Raum der Kugel bey der Temperatur der Eiskälte erfüllet, im Verhältniß gegen das ganze zuletzt genannte Gewicht, gab das Verhältniß des Raums der Luft bey der Eiskälte zum Raum der Luft bey dem beobachteten Thermometergrad. Ich stellte auf diese Weise zwey Rei=

Reihen von Versuchen, mit trockener und mit feuchter Luft an. Die trockene Luft erhielt ich, indem ich die Kugel vor dem Versuch mit Potasche auf einem heißen Ofen austrocknete; die feuchte Luft, indem ich die Kugel voll Wasser füllte, das Wasser ausgoß und die Kugel eine Zeitlang verschlossen stehen ließ, damit die an den Wänden zurückgebliebene Feuchtigkeit Zeit hatte, sich mit der in der Kugel befindlichen Luft zu vermischen.

Nachstehendes enthält die Resultate dieser Versuche, das Volumen der Luft bey der Eiskälte = 1 gesetzt

Wärmegrad.	Raum der trocknen Luft.	Raum der feuchten Luft.
0°	1,000	1,000
40°	———	1,42
80°	1,523	2,3
120°	1,711	2,00
160°	1,93	1,90
200°	2,024	2,075.

Die Werthe dieser Tafel bieten, so irregulär sie anfänglich scheinen, merkwürdige Phänomene dar. Erstens erhellet, daß die Unterschiede der Ausdehnungen der trocknen Luft in den höhern Temperaturen gegen die Unterschiede der Wärme keineswegs wachsend, sondern vielmehr abnehmend sind, da doch, wenn nach den Versuchen von Düvernois zu schliessen, eine mit der Temperatur wachsende Ausdehnbarkeit der Luft durch die Wärme statt fände, diese bey den höhern Wärmegraden erst recht sichtbar hätte werden müssen. Ferner erhellet aus der Vergleichung der Räume der feuchten und trocknen Luft bey gleichen Temperaturen, daß die erstern bis zu 120° beträchtlich größer als die letztern, hingegen beide bis auf kleine Abweichungen, in den höhern Temperaturen von 160 und 200 Grad gleich sind. Es ist nichts natürlicher, als die Ueberschüsse der Ausdehnungen der

der feuchten Luft über die trockene der Wirkung der Wasserdämpfe zuzuschreiben. Warum wurden aber die Räume der feuchten und trocknen Luft bey 160 und 200 Grad des Thermometers wieder einander gleich, und warum fand überhaupt bey 80 Grad die größte Ausdehnung der feuchten Luft durch die Wärme statt? Diese beiden Fragen lassen sich schlechterdings nicht befriedigend beantworten, wenn man nicht die Art, wie die Feuchtigkeit in der Luft enthalten ist, näher bestimmt. Ich will annehmen das Wasser sey in der Luft wie in einem Menstruo chemisch aufgelöset, und die Auflösung besitze eine größere Ausdehnbarkeit durch die Wärme, als das Auflösungsmittel, so erkläret sich daraus keinesweges, warum die Ausdehnbarkeit der Auflösung über 80° wieder abnimmt, und warum der Raum der feuchten und trockenen Luft bey sehr hohen Temperaturen wieder einander gleich werden. Beide Erscheinungen erläutern sich hingegen vollkommen, wenn man annimmt die, Feuchtigkeit sey blos vermöge einer starken physischen Adhäsion mit der Luft vereinigt, und verliere in dieser Verbindung nicht ihre Eigenschaft, durch die Wärme in Dampf aufgelöset zu werden, welcher als ein besonderes Fluidum eigenen Gesetzen folgt, und blos mechanisch mit der Luft vermischt ist. Denn, unter dieser Voraussetzung, erhellet aus den Gesetzen über die Expansivkraft des Wasserdampfes, daß derselbe die Elastizität der Luft, und folglich auch ihre Ausdehnung bey zunehmender Wärme bis zur Siedhitze beträchtlich vermehren mußte. Sobald aber die Temperatur des Gefäßes diesen Grad der Wärme zu überschreiten anfieng, so trat der Wasserdampf, dessen Expansivkraft nun nicht blos den Druck der Atmosphäre, sondern auch die Elastizität der erwärmten Luft immer mehr übertraf, vorzugsweise aus der Kugel, und die in derselben zurückbleibende Luft gieng immer mehr zur Trockenheit, bis sie bey 160° und 200° eben so trocken, als die

durch

durch Laugensalz bey einer mäßigen Wärme getrocknete Luft war. Folglich mußten auch die Ausdehnungen der feuchten Luft über 80 Grad sich den Ausdehnungen der trockenen Luft immer mehr nähern. Diese Versuche bewiesen mir die Nothwendigkeit, beide Erscheinungen, die Ausdehnung des Wasserdampfes und die Ausdehnung der Luft, von einander zu trennen, das ist eine völlig trockene Luft den Würkungen der Wärme zu unterwerfen. Hierzu schien mir der beschriebene Apparat nicht der schicklichste zu seyn, weil die ½ Zoll weite Oeffnung der Kugel mich besorgen ließ, es möchte sich während dem Versuch, und besonders indem das Thermometer aus der Kugel genommen wird, bis zur gänzlichen Verschliessung derselben, etwas atmosphärische Luft mit der in der Kugel enthaltenen mischen. Ich wählte daher anfänglich einen Apparat Fig. 2, welcher dem von Düvernois gebrauchten völlig ähnlich war. Er bestand in einer kleinen gläsernen Phiole a mit einem gekrümmten engen Hals b; über die Oeffnung der Röhre wurde ein nach Cubikzollen graduirter Glascylinder dd gestürzt, dessen untere Mündung sich in einer Schaale voll Quecksilber ee befand. Das Gefäß a wurde bey der Eiskälte mit trockener Luft gefüllt, und hierauf in einem Wasserbad bis zur Siedhitze des Wassers erwärmt.

Die Phiole enthielt 6 pariser Cubikzolle Luft; davon giengen über

bey 20°	—	0, 5	Cubikzoll
bey 40°	—	1, 07	
bey 80°	—	2, 00.	

Ich brauche nicht zu erinnern, daß die in d d bey der Temperatur der Eiskälte gemessenen Lufträume auf den Druck der Atmosphäre reduciret werden mußten, weil die Luft in dem Cylinder dd sich in einem ausgedehnten

Zu-

Zustande, vermöge der darunter stehenden Quecksilbersäule, befand.

Dies giebt die Ausdehnung der Luft, den Raum bey der Eiskälte = 1 gesetzt, für 20 Grad — 0, 0833
40 Grad — 0, 1800
80 Grad — 0, 3333.

Diese Werthe sind von Düvernois gefundenen ausserordentlich verschieden, und geben die Ausdehnungen der trockenen Luft den Unterschieden der Wärme ohne merklichen Fehler proportional. Die angewendete Methode giebt zwar die Ausdehnungen der Luft etwas zu klein, weil die Temperatur in dem Gefäß a immer etwas geringer als des umgebenden Wasserbades bleibt, (dieser Unterschied wird desto beträchtlicher, je größer der Raum des Gefäßes a, und je dicker seine Seitenwand ist), und weil wegen dem Druck und der Cohäsion des Quecksilbers in dem Gefäß e e die Elastizität der in a eingeschlossenen Luft immer etwas größer als der Druck der Atmosphäre seyn muß, bevor Luft in dem Cylinder d d übergeht. Der letzte Umstand setzt der Genauigkeit der Versuche die meisten Schwierigkeiten entgegen, denn er verursacht ein stoßweises Uebergehn der Luft in den Cylinder d d. Da indessen die beiden genannten Ursachen denselben, und einen noch größern Einfluß (wegen des größern Ballons) auf die Düvernoischen Versuche haben mußten, so ist der Unterschied zwischen unsern Resultaten blos der Feuchtigkeit der von Düvernois angewendeten Luft zuzuschreiben. Die Art, wie ich die Luft in dem Ballon austrocknete, war folgende. Ich kittete die Oeffnung der Röhre b an eine bis zur Hälfte mit frisch geglühter Potasche gefüllte Flasche an, und ließ den Apparat einige Tage in dieser Verbindung, indem ich von Zeit zu Zeit abwechselnd, bald das Gefäß a, bald die Flasche erwärmte, um den Luftzug in dem innern Raum der Gefäße zu befördern.

Um

Um die angezeigten Fehler der Düvernoisischen Methode zu vermeiden, und die Ausdehnungen der trocknen Luft durch die Wärme so viel möglich scharf zu erhalten, bediente ich mich des erwähnten Dampfbarometers von Ciarcy auf die folgende Weise. Ich nahm die mit Wasser gefüllte Phiole ganz weg, und brachte dafür in das Gefäß a Fig. 3. frisch geglühte Potasche zu wiederhohltenmalen. Nachdem die Luft mehrere Tage hindurch auf diese Art in den Gefäßen a und b ausgetrocknet war, erwärmte ich die in den Gefäßen a und b eingeschlossenen Luft, bis das Quecksilber in dem langen Schenkel des Barometers beynahe wider dem Gewölbe des Glases stand. In diesem Augenblick öffnete ich das Gefäß a, und verschloß es alsbald wieder, nachdem ein Theil der in den Gefäßen a und b enthaltnen Luft in die Atmosphäre entwichen war. Hierauf brachte ich den Apparat in ein erhitztes Wasserbad, und beobachtete die Wärme und specifische Elastizität der eingeschlossenen Luft, indem ich das Wasserbad nach und nach bis auf die Temperatur von 0° Reaum. erkältete. Die zunächst folgenden drey Tafeln enthalten die Resultate dieser Versuche. Die Räume der Luft bey den verschiedenen Temperaturen sind aus den specifischen Elastizitäten berechnet worden, indem ich mit der specifischen Elastizität der Luft bey der Eiskälte in die specifische Elastizität bey den höhern Temperaturen dividirte.

Erster Versuch

über die Ausdehnung der trocknen Luft vermittelst des Elastizitätsmessers.

Temperatur nach Reaum.		Elastizität der eingeschlossenen Luft.		Raum der Luft, den Raum bey der Eiskälte = 1		Unterschiede.
0°	—	24,58 Zoll	—	1,0000		
15°	—	26,07	—	1,0606		
20°	—	26,62	—	1,0830	—	224
25°	—	27,20	—	1,1060	—	230
30°	—	27,70	—	1,1270	—	210
35°	—	28,37	—	1,1540		
40°	—	28,95	—	1,1780	—	270
45°	—	29,45	—	1,1980	—	200

Zweiter Versuch

über die Ausdehnung der trockenen Luft vermittelst des Elastizitätsmessers.

Temperatur nach Reaum.		Elastizität der eingeschlossenen Luft.		Raum der Luft, den Raum bey der Eiskälte = 1.		Unterschiede.
0°	—	22,35 Zoll	—	1,0000		
40°	—	27,26	—	1,2197	—	389
45°	—	28,13	—	1,2586	—	408
50°	—	29,04	—	1,2994	—	357
55°	—	29,84	—	1,3351	—	412
60°	—	30,76	—	1,3763	—	313
65°	—	31,46	—	1,4076	—	184
70°	—	31,87	—	1,4260		

Anmerk. Bey der Temperatur der Eiskälte zeigte sich nach dem Versuch etwas Feuchtigkeitsbeschlag in dem Halse des Gefäßes b.

Dritter Versuch.

über die Ausdehnung der trockenen Luft vermittelst des Elastizitätsmessers.

Temperatur		Elastizität der eingeschlossenen Luft.		Raum der Luft, den Raum bey 0 = 1.		Unterschiede.
0°	—	22,70	—	1,0000		
5°	—	23,20	—	1,0220	—	220
10°	—	23,70	—	1,0440	—	220
13°	—	24,13	—	1,0630	—	190
20°	—	24,68	—	1,0870	—	240
25°	—	25,13	—	1,1070	—	200
30°	—	25,67	—	1,1309	—	239
35°	—	26,20	—	1,1546	—	237
40°	—	26,77	—	1,1793	—	247
45°	—	27,33	—	1,2040	—	247
50°	—	27,92	—	1,2300	—	260
55°	—	28,50	—	1,2555	—	255
60°	—	29,04	—	1,2793	—	238
65°	—	29,76	—	1,3071	—	278
70°	—	30,50	—	1,3436	—	365
75°	—	31,19	—	1,3740	—	304

Wenn man die Werthe der vierten Columnen untereinander vergleicht, so findet man die Unterschiede der Ausdehnungen der Luft im ersten und zweyten Versuch bald abnehmend bald wachsend, jedoch die Unterschiede sowohl wie die Ausdehnungen selbst in dem zweyten Versuch verhältnißmäßig größer, als in dem ersten. Weil ich aber nach Beendigung des zweyten Versuches etwas Feuchtigkeit in dem Quecksilbergefäß des Elastizitätsmessers bemerkte, so hielt ich diesen Versuch, welcher dem ersten als Ergänzung dienen sollte, nicht für überzeugend. Man könnte sich billig wundern, woher die Feuchtigkeit in die Gefäße gekommen sey, da sie doch vor dem Versuch durch ge-

geglühtes Laugensalz ausgetrocknet waren. Die Ursache lag in einem geringen Antheil von Feuchtigkeit, welcher noch innerhalb der Masse des in dem Gefäß befindlichen Quecksilbers zurückgeblieben war, und welcher sich während dem Versuche durch die Wirkung der Wärme in Dampfgestalt herausbegeben hatte. Denn es ist zu bemerken, daß ich die beiden ersten nicht unmittelbar nach einander anstellte, sondern ich hatte vor dem zweyten Versuch mehrere Beobachtungen über die Ausdehnungen der feuchten Luft, wobey ich absichtlich Wasser in die Gefäße des Elastizitätsmessers brachte, gemacht. Die Zweifel über den Einfluß der Feuchtigkeit bey den gefundenen Ausdehnungen der Luft im zweyten Versuch bewogen mich vor Anstellung des dritten Versuchs, die Gefäße des Elastizitätsmessers nochmals mit aller Vorsicht auszutrocknen.

Die Ausdehnungen der Luft und ihre Unterschiede fanden sich, wie man aus dem Anblick der beiden hintersten Columnen des dritten Versuchs ersieht, zwar immer noch etwas zunehmend gegen die Siedhitze, aber doch ungleich geringer als in dem zweyten Versuch. Dagegen stimmen die Ausdehnungen der Luft bis 45° im ersten und dritten Versuch bis auf Kleinigkeiten, die ich blos Fehlern der Beobachtung zuschreibe, mit einander überein. Um ferner zu prüfen, ob die in dem dritten Versuch beobachteten Zunahmen in den Unterschieden der Ausdehnungen der Luft auch bey einer ganz trockenen Luft statt finden, bemühte ich mich die Ausdehnung der trockenen Luft bey einem hohen Grad der Wärme zu bestimmen. Ich bediente mich dazu gläserner an Thermometerröhren geblasener Kugeln von $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll im Durchmesser, deren Raum ich durch Abwägen mit Quecksilber auf meiner sehr empfindlichen Wage genau bestimmte. Die in der Kugel enthaltene Luft trocknete ich auf die schon beschriebene Weise dadurch aus, daß ich die Oeffnung der Thermome-

 terröhre

terröhre an eine mit geglühtem Laugensalz zum Theil gefüllte Flasche ankittete, und mehrere Tage hindurch bald die Kugel bald die Flasche erwärmte. Die so ausgetrocknete Kugel brachte ich hierauf nebst einem bis zur Siedhitze des Quecksilbers reichenden Thermometer in eine kleine Sandkapelle über die Argandische Lampe. Die Oeffnung der an der Kugel befindlichen Röhre verschloß ich, sobald das Thermometer den Grad der Wärme zeigte, bey welchem ich die Ausdehnung der Luft bestimmen wollte, mit ewas Wachs, und brachte sie schnell in ein Gefäß voll Quecksilber, das ich vorher durch Kochen von seiner Luft gereinigt hatte. Indem die Atmosphäre das Quecksilber in die Kugel c Fig. 4. trieb, brachte ich den ganzen Apparat auf die Temperatur der Eiskälte und maaß die lothrechte Höhe a b der Oberfläche des Quecksilbers in der Kugel über der Oberfläche des Quecksilbers im Gefäß. Aus dem Gewicht des eingedrungenen Quecksilbers, verglichen mit dem Gewicht des den ganzen Raum der Kugel füllenden, ergab sich der Raum der in der Kugel zurückgebliebenen Luft, und aus der Höhe a b verglichen mit der Höhe des Barometers der Raum c, welchen die zurückgebliebene Luft eingenommen haben würde, wenn sie den ganzen Druck der Atmosphäre ausgehalten hätte. Das Verhältniß des so gefundenen Raums, verglichen mit dem ganzen Raum der Kugel, gab endlich das Verhältniß der Ausdehnung der Luft. Im Vorbeygehen erinnere ich, daß ich unter dem Raum der Kugel den Raum c bis an eine bezeichnete Stelle d der Röhre verstehe, so weit das Gefäß in der Sandkapelle erwärmt wurde. Der übrige Raum der Röhre kommt gar nicht in Betrachtung, weil die Luft darin nicht merklich erwärmt wurde. Ueberhaupt aber betrug der nicht erwärmte Raum gegen den ganzen sehr wenig, weil die Röhre nur einige Zoll lang und eng war. Auf diese Weise fand ich den Raum der Luft

bey 80° — 1,3577
160° — 1,7000

bey einer Hitze, wo die Glaskugel anfing weich zu werden 2, 20.

Diese Versuche geben schlechterdings keine mit den höhern Graden der Wärme progressiv wachsende Ausdehnung der Luft, sondern stimmen vielmehr, unter der Voraussetzung, daß die Ausdehnungen der trockenen Luft der Wärme proportional seyen, mit den im ersten und dritten Versuch vermittelst des Elastizitätsmessers gefundenen Ausdehnungen der Luft überein. Man hat nämlich aus dem ersten Versuch den Raum der Luft

bey 40° = 1,1780
dies giebt für 80° = 1,3560
160° = 1,7120

aus dem dritten Versuch den Raum der Luft

bey 40° = 1,1793
80° = 1,3586
160° = 1,7172

Aus der Uebereinstimmung meiner bey so verschiedenen Temperaturen angestellten Versuche wird, wie ich glaube, der schon von Amontons und nachher von Deluc und Lambert behauptete Satz: daß die Zunahmen der specifischen Elastizität der völlig trockenen Luft in verschlossenen Gefäßen, so wie die Ausdehnungen der Luft bey offnen Gefäßen, den Unterschieden der Wärme proportional seyen, vollkommen gerechtfertiget. Die Abweichungen von diesem Gesetz, welche neuere Naturforscher gefunden haben, so wie überhaupt die große Verschiedenheiten, welche in den Angaben der Ausdehnungen der Luft durch die Wärme herrschen, rühren blos davon her, daß man keine gehörige Rücksicht auf den Einfluß der Feuchtigkeit bey der angewendeten Luft genommen hat. Dieß wird durch die nachstehenden Versu-

che noch weiter bestätiget. Nimmt man für den Raum der Luft bey 80° aus den drey Zahlen

1,3577
1,3560
1,3586

das Mittel 1,3574, so erhält man für die Ausdehnung der trockenen Luft durch einen Grad Wärme 0,0044675. Hiernach ist die folgende Tafel berechnet worden.

A

Wärme		Raum der trockenen Luft.
0°	— —	1, 0000000
5°	— —	1, 0223375
10°	— —	1, 0440750
15°	— —	1, 070125
20°	— —	1, 0893500
25°	— —	1, 1116875
30°	— —	1, 1340250
35°	— —	1, 1563625
40°	— —	1, 1787000
45°	— —	1, 2010375
50°	— —	1, 2233750
55°	— —	1, 2457125
60°	— —	1, 2680500
65°	— —	1, 2903875
70°	— —	1, 3127250
75°	— —	1, 3350625
80°	— —	1, 3574000
120°	— —	1, 53625
160°	— —	1, 715000
200°	— —	1, 89375
240°	— —	1, 07250
280°	— —	1, 25125

Die Tafel läßt sich leicht erweitern oder bis auf einzelne Grade der Wärme ausdehnen. Vergleicht man

die

die berechneten Ausdehnungen derselben mit den durch den Elastizitätsmesser beobachteten im dritten Versuch, so sieht man, daß die erstern die letztern bis zum 35sten Grad des Thermometers nur um wenige Tausendtheile übertreffen. Von diesem Punkt an kehret sich das Verhältniß um, und die beobachteten Werthe übertreffen die berechneten, und zwar immer mehr, je näher die Temperatur der Siedhitze kommt. Soll nun hieraus keine mit der Wärme zunehmend wachsende Ausdehnung der Luft gefolgert werden, welches den durch Beobachtung gefundnen Ausdehnungen der trockenen Luft bey 80°, 160° und der Glühehitze des Glases widerspricht; so fragt sich, konnte ein sehr geringer Antheil von beygemischter Feuchtigkeit die specifische Elastizität der im Elastizitätsmesser eingeschlossenen Luft bey 75° Temperatur so viel vermehren, daß die daraus hergeleitete Ausdehnung der Luft die Ausdehnung der trocknen Luft um 0,039 übertraf, indeß die Wirkung derselben Feuchtigkeit unter 35° Temperatur unmerkbar blieb? Diese Frage läßt sich allerdings bejahen, wenn man bedenkt, wie schnell die Expansivkraft des Wasserdampfes unter 35 Grad Temperatur abnimmt. Daß aber die unter 35° beobachteten Ausdehnungen der Luft noch etwas kleiner, als die berechneten, ausfielen, ist wohl der Reibung des Quecksilbers am Glase der Röhre, welche erst bey den höhern Graden der Wärme durch die Wirkung der Dämpfe überwogen wurde, zuzuschreiben. Uberdieß will ich gar nicht entscheiden, ob die Ausdehnungen der trockenen atmosphärischen Luft zu allen Zeiten dieselbe sey, welches nur durch eine lange fortgesetzte Reihe von Beobachtungen ausgemacht werden könnte. Vielmehr läßt sich dieser Satz geradezu verneinen, wenn man nach Düvernois Versuchen die Ausdehnung der Stickluft beträchtlich größer, als die Ausdehnung der Lebensluft setzt, und bedenkt, daß das Verhältniß der Mischung von beiden

Luftarten in der Atmosphäre veränderlich ist. Beträchtlich kann indessen der Unterschied in den Ausdehnungen der trockenen atmosphärischen Luft zu verschiednen Zeiten nicht seyn; wie ich mich durch meine Versuche, welche ebenfalls zu verschiednen Zeiten angestellt worden sind, überzeugt habe. Indessen kann die veränderliche Ausdehnbarkeit der trockenen atmosphärischen Luft, wenn sie gleich nur gering ist, doch hinreichend seyn, den Gebrauch des Luftthermometers, wenn man durch dies Werkzeug sehr kleine Grade der Wärme messen will, unsicher zu machen. Desto bessere Dienste wird aber das Luftthermometer, als Pyrometer betrachtet, leisten, um hohe Grade der Hitze zu bestimmen. Hier kann man kleine Abweichungen von dem allgemeinen Gesetz, welches die Ausdehnungen der trockenen Luft den Unterschieden der Wärme proportional setzt, übersehen, weil die etwa daraus entstehende Ungewißheit von einem oder höchstens ein Paar Graden der gewöhnlichen Thermometerscale bey der Angabe einer großen Hitze nicht in Betracht kommt. Fig. 5. stellt die Einrichtung eines solchen Pyrometers vor. a ist eine Kugel oder cylindrische Büchse von Kupfer, 2 Zoll im Durchmesser; von der Kugel führet eine gekrümmte Röhre b c d zu einer zweyten cylindrischen Büchse von Eisen e e 2 bis 3 Zoll weit und 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch. Die Kugel, Röhre und Büchse müssen in einander geschraubt und recht gut im Feuer gelöthet seyn. Um sehr hohe Grade der Hitze zu messen, könnte man auch die Kugel a und den untern Theil der Röhre b c, so weit sie ins Feuer kommt, von gegossenem Eisen, oder am besten von gegossener Platina machen. Die Büchse e e hat bey f eine $\frac{1}{2}$ Zoll weite Schraubenöffnung, in welche sich eine eiserne in der Mitte durchbohrte Schraube, mit einem flachen Ansatz, welcher auf den obern Deckel der Büchse genau passet, schraubt. Durch die Oeffnung der Schraube geht eine an beiden Enden offne Barometerröhre

röhre bis beynahe auf den Boden der Büchse. Vor dem Gebrauch des Werkzeugs trocknet man die in dem innern Raum der Gefäße enthaltene Luft aus, indem man frisch geglühtes Laugensalz in die Büchse ee bringt, und den ganzen Apparat einige Tage lang verschlossen stehen lässet. Hierauf füllet man die Büchse ee mit Quecksilber, welches auf dieselbe Weise ausgetrocknet worden ist, bringt die Barometerröhre mit der Schraube f auf die Büchse, und setzt die Kugel a in das Feuer, dessen Hitze gemessen werden soll. Aus dem Stand des Quecksilbers in der Barometerröhre fg, findet man die Vermehrung der specifischen Elastizität der Luft durch die Wärme, aus welcher sich auf die Ausdehnung der Luft, und von dieser auf den Grad der Hitze schliessen lässet. Damit das Quecksilber in der Büchse ee nicht beträchtlich erwärmt werde, ist es dienlich, den Theil des Apparats in ein Gefäß voll kaltes Wasser ki zu setzen, und wenn die Schraube f unter Wasser kommt, so erkennet man dadurch um so leichter, ob sie die Oeffnung der Büchse ee luftdicht verschliesset. Dieß ist der Gebrauch des Werkzeuges im Allgemeinen, nun muß ich noch von einigen dabey nöthigen Correctionen sprechen. Indem das Quecksilber aus der Büchse ee in die Barometerröhre fg tritt, nimmt die Luft den von ihm verlassenen Raum in der Büchse ein. Diese Ausdehnung der Luft muß zu der aus der Vermehrung der Elastizität gefundenen addiret werden. Hierzu kommt noch, daß die in der Röhre bcd enthaltene Luft nicht sehr erwärmt, sondern nur von der in a erhitzten zusammen gepresset wird; dadurch dehnt sich ebenfalls die in a enthaltene Luft aus, und man muß auch diese Ausdehnung zu bestimmen suchen. Vorausgesetzt, die in der Röhre bcd enthaltene Luft werde gar nicht erwärmt, sondern blos zusammengepresset, und der Raum der Röhre sey zum Raum der Kugel, wie 1 : m oder die Röhre $= \frac{1}{m}$ a, die Höhe des Quecksilbers in

der Röhre fg des Luftthermometers $= h$, der Stand des Barometers zur Zeit der Beobachtung $= b$, so hat man die Zusammenpressung der Luft in der Röhre nach dem Mariottischen Gesetz

$$b + h : b = \frac{1}{m} a : \frac{ba}{m(b+h)}.$$

und hieraus die Ausdehnung der Luft in der Kugel

$$= \frac{a}{m} - \frac{ba}{m(b+h)} = \frac{ha}{m(b+h)}.$$

Dieser Ausdruck ist desto kleiner, je größer m, oder je kleiner der nicht erwärmte Theil der Röhre gegen den Raum der Kugel a ist. Der lothrechte Theil der Röhre, welcher durch die Fortpflanzung der Wärme beträchtlich erhitzt wird, kann nach Beschaffenheit des Feuerbehälters, worin das Werkzeug gebraucht werden soll, 6 — 8 Zoll und darüber betragen. Der horizontale Schenkel der Röhre cd braucht nicht länger zu seyn als nöthig ist, die Büchse ee von der Wirkung des Feuers entfernt zu halten, etwa 6 Zoll. Die Weite der Röhre braucht nicht über eine Linie im Lichten zu halten. Dieß gäbe bey der vorhin angenommenen Größe der Kugel a von 2 Zoll Durchmesser den nicht erwärmten Raum der Röhre $\frac{1}{130}$ des Raums der Kugel oder $m = 130$. Für $h = b$ würde die Ausdehnung der Luft $= \frac{1}{260} a$ betragen, und für kleinere Werthe von h würde sie noch unbeträchtlicher seyn. So lange h gegen b klein bleibt, ist der Ausdruck $\frac{hb}{(mb+h)}$ der Quecksilberhöhe h proportional, und wenn der gesammte Werth des Ausdrucks gegen den Werth von a nie sehr groß wird, so darf man jene Proportion, wenigstens ohne merklichen Fehler, auch für größere h gelten lassen. Da nun der in der Büchse ee entstehende Raum bey einer calibrirten Barometerröhre fg der Höhe h ebenfalls proportional ist, so kann man beide Correctionen entbehren, wenn man die durch das Pyrometer an-

angezeigte Ausdehnung der Luft durch einen unmittelbaren Versuch bestimmt. Man schliesse die in a enthaltene Luft bey der Temperatur der Eiskälte durch die Schraube f von der Atmosphäre ab, hierauf setze man die Kugel a, nebst einem bis zur Siedhitze des Quecksilbers reichenden Thermometer in eine Sandcapelle, und erhitze die Sandcapelle bis zu einem bestimmten Grad des Thermometers, ich will annehmen bis zu 160° der reaum. Scale. Die beobachtete Barometerhöhe in fg = h, den Barometerstand b, den Raum der Luft bey 160° = x, bey der Eiskälte = 1 gesetzt, so giebt die Proportion $b : b + h = 1 : x$ den Raum der Luft bey $160° = \frac{b}{b+h}$. 1, folglich die Ausdehnung der Luft für ein Grad der Wärme $= \frac{h}{160 . b}$, ohne die beiden Correctionen in Anschlag zu bringen. Hat man nun bey einem beliebigen Barometerstande B eine Höhe H in der Röhre BG gemessen und sucht die dazu gehörigen Wärme, so dividire man den Quotient $\frac{H}{B}$ durch die Größe $\frac{h}{160 . b}$; der neue Quotient giebt die gesuchte Hitze in Graden der reaumurischen Scale. Ich darf eine Erinnerung nicht unbemerkt lassen, welche man gegen dies Werkzeug machen kann. Dies ist nämlich die Frage, wird die Luft durch die Verkalchung des Kupfers nicht zersetzt werden? Dies wird zwar allerdings einigermassen erfolgen, und ließ sich nur durch die Anwendung eines vielkostbarern edeln Metalles vermeiden, aber ich bin dem ungeachtet überzeugt, daß diese Ursache einen nur sehr geringen Einfluß auf die zu messenden specifischen Elastizitäten der Luft haben werde, wenn man nur die in den Gefäßen eingeschlossene Luft stets recht trocken erhält. Denn die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit ist es eigentlich, welche durch ihre Zersetzung das Verkalchen der Metalle so sehr befördert. Ueberdies ist es nicht nöthig, die eingeschlossene Luft in der

der Kugel a zu erneuern, wodurch sie ihre Wirkung auf die Verkalchung des Metalles bald verlieret.

Ich komme nun auf die Versuche, welche ich über die Ausdehnungen der feuchten Luft, und die Expansivkraft des mit der Luft vermischten Wasserdampfes angestellt habe. Ich bediente mich dazu ebenfalls des Elastizitätsmessers von Ciarcy, indem ich in die Gefäße a und b etwas Wasser brachte, und übrigens eben so, wie bey der Bestimmung der Ausdehnung der trocknen Luft verfuhr. In den beiden ersten Versuchen befand sich blos etwas Wasser in dem Gefäß a, worin das Thermometer nicht war; in dem dritten Versuch befand sich das Wasser in beiden Gefäßen. Die in den Gefäßen enthaltene Feuchtigkeit war mehr, als hinreichend, die Gefäße a und b mit Dampf zu erfüllen, indem bey der höchsten beobachteten Temperatur noch tropfbares Wasser zurückblieb.

Erster Versuch.

Temperat.	Expansivkraft der feuchten Luft.	Expansivkraft der trockenen Luft.	Unterschiede
0°	21, 02	21, 02	0
10°	22, 15	21, 96	0, 19
15°	22, 62	22, 43	0, 19
20°	23, 38	22, 90	0, 48
25°	24, 09	23, 37	0, 72
30°	25, 06	23, 84	1, 22
35°	26, 02	24, 31	1, 71
40°	27, 27	24, 78	2, 49
45°	28, 71	25, 25	3, 46
50°	30, 12	25, 71	4, 41
55°	31, 80	26, 18	5, 62
60°	35, 59	26, 65	8, 94
65°	37, 35	27, 12	10, 23

Zweyter

Zweyter Versuch.

Temperat.	Expansivkraft der feuchten Luft.	Expansivkraft der trockenen Luft.	Unterschiede
0°	15, 28	15, 28	0
15°	16, 66	16, 30	0, 36
20°	17, 18	16, 646	0, 53
25°	17, 95	16, 992	0, 96
30°	18, 63	17, 338	1, 30
35°	19, 38	17, 684	1, 70
40°	20, 52	18, 030	2, 49
45°	21, 50	18, 379	3, 13
50°	22, 67	18, 72	3, 95
55°	24, 22	19, 06	5, 16
60°	25, 40	19, 41	6, 00
65°	28, 80	19, 98	9, 12

Dritter Versuch.

Temperat.	Expansivkraft der feuchten Luft.	Expansivkraft der trockenen Luft.	Unterschiede.
0°	15, 88	15, 88	0
15°	17, 30	16, 944	0, 36
20°	17, 89	17, 259	0, 63
25°	18, 58	17, 574	1, 01
30°	19, 32	17, 889	1, 43
35°	20, 33	18, 204	2, 13
40°	21, 47	18, 519	2, 96
45°	22, 40	18, 834	3, 57
50°	24, 58	19, 149	5, 44
55°	26, 70	19, 464	7, 24
60°	29, 62	19, 779	9, 85
65°	34, 00	20, 094	13, 91

Die

Die Werthe der dritten Columne sind nach den in der Tafel A zum Grunde gelegten Gesetz für die Ausdehnungen der trockenen Luft berechnet worden, indem die Expansivkraft der feuchten Luft bey 0 Temperatur jedesmal = 1 gesetzt worden ist. Die vierte Columne enthält die Unterschiede zwischen der Expansivkraft der feuchten und trockenen Luft bey gleichen Temperaturen, und stellt die Werthe der Expansivkraft des mit Luft vermischten Wasserdampfes bey verschiednen Graden der Wärme dar. Aus der Vergleichung dieser Werthe, mit den für die Expansivkraft des reinen Wasserdampfes bey gleichen Temperaturen ergiebt sich, daß die Expansivkraft des mit Luft vermischten Wasserdampfes bis zu 60° Temperatur beträchtlich geringer, als die Expansivkraft des reinen Wasserdampfes sey. Ueber dieser Temperatur nähern sich die beiden Kräfte einander schnell und sind, wie alle Beobachtungen übereinstimmend lehren, bey der Siedhitze einander völlig gleich. Es scheint mir nichts natürlicher, als die Verminderung der Expansivkraft des Wasserdampfes, wenn er mit der Luft vermischt ist, einem Zug der Luft gegen das Wasser des Dampfes zuzuschreiben. Durch diesen Zug wird die den Wassertheilchen durch die Stöße des Feuers im Dampf mitgetheilte Bewegung mehr und weniger verzögert, und eben dadurch die Expansivkraft des Wasserdampfes vermindert. Aus einem solchen Zug der Luft gegen das Wasser folgt aber noch keinesweges eine chemische Verwandtschaft zwischen den beiden Körpern, wodurch das Wasser ohne Beyhülfe der Wärme ganz in der Luft aufgelöset würde, sondern es scheint vielmehr die Voraussetzung einer solchen Verwandschtaft den beobachteten Phänomenen zu widersprechen, weil dieselbe den mit der Luft vermischten Wasserdampf bald ganz zerstöhren würde, indem sich das Wasser chemisch in der Luft auflösete. Dies geschieht nicht, sondern die Expansivkraft des mit der Luft vermischten

Wasser-

Wasserdampfes folgt vielmehr, die durch den Zug der Luft gegen das Wasser bewirkte Verminderung abgerechnet, ganz denselben Gesetzen, wie die Expansivkraft des reinen Wasserdampfes. Auch verändern sich die chemischen Eigenschaften der Luft durch ihre Vermischung mit Wasserdampf nicht, sondern blos ihre Ausdehnbarkeit durch die Wärme und ihr specifisches Gewicht verändern sich durch den Einfluß der Wasserdämpfe, und beide kommen wieder auf ihren vorigen Zustand zurück, sobald man der Luft die Feuchtigkeit durch einem das Wasser stärker anziehenden Körper, wie das geglühete Laugensalz ist, oder auch nur durch eine sehr hohe Temperatur, wieder entreißet. Nach diesen Versuchen scheint mir die Deluccische Theorie von den Wasserdämpfen in so fern einer Berichtigung zu bedürfen, daß sich die genannten Dämpfe nicht blos mechanisch, ohne irgend eine Modification, zu erleiden, mit der Luft vermischen, sondern daß der Zug der Luft gegen das Wasser (welchem ich den Namen einer physischen oder hygrometrischen Verwandtschaft beylegen möchte), allerdings eine Veränderung in der Expansivkraft des Wasserdampfes bewirkt. Die physische Verwandtschaft der Luft gegen das Wasser dienet nicht blos, die zur Vegetation so höchst nöthige Vermischung des Wasserdampfes mit der Atmosphäre zu befördern, sondern sie verursacht auch, daß die Luft das aus dem zersetzten Dampf in den feinsten Theilchen niedergeschlagne Wasser zum Theil an sich ziebt und eben dadurch, wie jeder andere hygrometrische Körper, feucht wird.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen über die Art, wie sich die Wasserdämpfe mit der Luft vermischen, will ich versuchen, das Gesetz aufzufinden, nach welchem die Expansivkraft des Wasserdampfes durch die Vermischung mit der Luft vermindert werde.

Auf

Auf den ersten Anblick scheint wenig Regelmäßiges aus den in den vierten Columnen enthaltenen Resultaten der drey Versuche zu folgen, da sie ziemlich stark von einander abweichen. Es ist aber hierbey Folgendes zu bemerken. In den beiden ersten Versuchen war die Feuchtigkeit blos in dem Gefäß a des Dampfbarometers enthalten, in dem Gefäß b blieb die Luft während den beiden ersten Versuchen, (weil keine große Circulation der elastischen Flüssigkeiten in den beiden Gefäßen statt fand), ziemlich trocken, wie der fast unmerkliche Feuchtigkeitsbeschlag in dem Gefäß b bey der Temperatur der Eiskälte augenscheinlich bewieß. Dies zog einen andern Umstand nach sich, den ich anfangs ebenfalls übersah, und welcher gerade die Ursache von der in den beiden ersten Versuchen gefundenen geringern Expansivkraft der mit Luft vermischten Wasserdämpfe, als im dritten Versuche, war. Die Temperatur des Gefäßes a, worin sich allein die verdampfende Flüssigkeit befand, blieb jederzeit etwas geringer als die Temperatur des Gefäßes, welches das Thermometer enthielt, weil die in dem Gefäß a vorgehende Verdampfung selbst Kälte erzeugte. Von der Wahrheit dieses Satzes, wenn sie nicht schon bekannt wäre, kann sich jeder leicht überzeugen, wenn er zwey harmonirende Thermometer, eins in ein feuchtes, das andere in ein trockenes Gefäß eingeschlossen, einer gleichen Temperatur aussetzt. Das Thermometer im feuchten Gefäß wird gewöhnlich 1 — 2 Grad gegen das andere im trockenen zurückbleiben. Das im Dampfbarometer beobachtete Thermometer gab aus gleichem Grunde in den beiden ersten Versuchen eine höhere Temperatur an, als die war, welche der Dampf und die Luft in dem Gefäß b hatten, und es ist daher kein Wunder, daß die beobachtete Expansivkraft für die durch das Thermometer gefundene Temperatur zu klein ausfiel. Eben diesem Umstand schreibe ich die Abweichungen der beiden ersten Versuchen unter einander

zu,

zu, denn es war sehr leicht möglich, daß bey einer ungleichförmig in den Gefäßen verbreiteten Feuchtigkeit, der Einfluß derselben das einemal stärker als das anderemal war. Daher gründe ich die folgenden Schlüsse blos auf die Resultate des dritten Versuchs, welche ich für die richtigsten halte. Die folgende Tafel B dienet zur leichtern Uebersicht dessen, was ich sagen werde.

B.

Temperatur.	Expansivkr. des reinen Wasserdampfes.	Expansivkraft des mit Luft gemischten Wasserdampfes.	Unterschiede.	Untersch. in Theilen der Expansivkr. des rein. Wasserdampfes.
10°	0,31	0,19 (nach dem erst. Vers.)	0,12	$\frac{12}{31}$ = 0,387
15°	0,56	0,36	0,20	$\frac{20}{56}$ = 0,375
20°	0,92	0,63 . .	0,29	— — 0,316
25°	1,40	1,01 . .	0,39	— — 0,278
30°	2,02	1,43 . .	0,59	— — 0,292
35°	2,80	2,13 . .	0,67	— — 0,239
40°	3,80	2,96 . .	0,84	— — 0,221
45°	5,05	3,57 . .	1,48	— — 0,293
50°	6,61	5,44 . .	1,17	— — 0,177
55°	8,57	7,24 . .	1,33	— — 0,155
60°	10,98	9,85 . .	1,13	— — 0,103
65°	13,99	13,91 . .	0,08	— — 0,606

Aus dem Anblick der letzten Columne der vorstehenden Tafel B erstellet, daß die Unterschiede des reinen und des mit Luft gemischten Wasserdampfes in Theilen der zur jedesmaligen Temperatur gehörigen Expansivkraft des reinen Wasserdampfes ausgedruckt, von 10° bis zu 65° des Thermometers stets abnehmen, und bey der zuletzt genannten Temperatur schon als verschwindend angesehen werden können. Die Ursache dieser Erscheinung erkläret sich aus dem, was ich oben über die physische Verwandtschaft der Luft gegen das Wasser gesagt habe. Der davon herrührende Zug der Luft gegen den Wasserdampf muß

muß desto stärker seyn, je geringer die Expansivkraft des Wasserdampfes ist, weil der Dampf in diesem Fall in kleinern Massen und dünner in den Zwischenräumchen der Luft zerstreut ist. Je größer die Expansivkraft des Wasserdampfes wird, desto mehr entfernt er die Theilchen der Luft von einander, und bietet ihr folglich weniger Berührungspunkte dar, wodurch der Zug der Luft gegen den Dampf vermindert wird, bis endlich dieser Zug oder die Wirkung desselben völlig verschwindet, wenn die Expansivkraft des Dampfes der ausdehnenden Kraft der Luft gleich geworden ist. In diesem Fall ist nämlich der Wasserdampf gar nicht mehr als ein mit Luft vermischter zu betrachten, sondern überall wo er sich befindet, hebt er den Zusammenhang der Luft ganz auf, und existiret als reiner Wasserdampf, nur in der Luft zerstreuet. Die Verminderungen der Unterschiede der 5ten Columne der Tafel B sind zwar nicht gleichförmig abnehmend, indessen giebt doch die Voraussetzung, daß sie von 10° bis zu 55° gleichförmig abnehmen, wenn man den Werth den 5ten Columne für 55° Temperatur zum Grunde legt und die gleichförmige Abnahme der Unterschiede von 5 zu 5 Grad Wärme 0,022, oder für einen Grad der Wärme 0,0044, setzt, eine Expansivkraft des mit Luft vermischten Wasserdampfes, welche nicht weiter von den Beobachtungen abweicht, als die Genauigkeit der letztern reicht. Das angenommene Gesetz läßt sich allgemein so ausdrücken: e heiße die Expansivkraft des reinen Wasserdampfes bey der Temperatur $= t$, e' bezeichne die Expansivkraft des mit Luft vermischten Wasserdampfes bey derselben Temperatur, so hat man $e' = e - (0,397 - 0,0044 . t)\ e = (0,603 + 0,0044 . t)\ e$ z. B. $t = 55°$ giebt $e' = e - (0,397 - 0,242)\ e = e - 0,155\ e = 0,845\ e$ wie die Beobachtung. Jenseits 55° darf die Formel nicht ausgedehnt werden, weil hier die von e abzuziehende Größe schneller abnimmt, als die Formel angiebt, und

schon

schon für $t = 65°$ verschwindend wird. Ueberhaupt gebe ich das Gesetz blos als eine Annäherung zur Wahrheit, bis man durch sorgfältig wiederholte Versuche ein genaueres wird ausgemacht haben. Die nach diesem Gesetz berechneten Werthe der Expansivkraft des mit Luft vermischten Wasserdampfes sind wie folgt.

C.

Temperatur.	Expansivkraft des mit Luft gemischten Wasserdampfes.
0°	. . 0,
1°	. . 0,0061
2°	. . 0,0183
3°	. . 0,0305
4°	. . 0,0434
5°	. . 0 0625
6°	. . 0,0817
7°	. . 0,0914
8°	. . 0,1278
9°	. . 0,1606
10°	. . 0,2005
11°	. . 0,2214
12°	. . 0,2491
13°	. . 0,2904
14°	. . 0,3322
15°	. . 0,3745
16°	. . 0,4173
17°	. . 0,4674
18°	. . 0,5183
19°	. . 0,5765
20°	. . 0,6348
21°	. . 0,7021
22°	. . 0,7695
23°	. . 0,8377
24°	. . 0,9137
25°	. . 0,9976
26°	. . 1,075
27°	. . 1,159

Temperatur.	Expansivkraft des mit Luft gemischten Wasserdampfes.
28°	1,252
29°	1,365
30°	1,476
31°	1,587
32°	1,707
33°	1,836
34°	1,967
35°	2,107
36°	2,256
37°	2,413
38°	2,580
39°	2,756
40°	2,942
41°	3,139
42°	3,337
43°	3,545
44°	3,779
45°	4,022
46°	4,269
47°	4,534
48°	4,819
49°	5,104
50°	5,411
51°	5,684
52°	6,072
53°	6,405
54°	6,805
55°	7,184
56°	7,680
57°	8,133
58°	8,702
59°	9,257
60°	9,849
61°	10,575
62°	11,323
63°	12,131
64°	12,991
65°	13,910

Die

Die mit einem Haaken bezeichneten Werthe der Tafel (C) von 56 — 65° sind aus den beobachteten Werthen von 60° und 65° durch Interpolirung nach einem ähnlichen Gesetz, wie das oben angegebene ist, hergeleitet worden. Man hat nämlich die Zunahme des mit e zu multiplicirenden Factors für jeden Grad der Wärme zwischen 55 und 60° = 0,0112 zwischen 60° und 65° = 0,0194 gesetzt. Ueber 65° kann man die Expansivkraft des mit Luft vermischten Wasserdampfes einander gleichsetzen.

Vermittelst der vorstehenden Tafel und der oben mitgetheilten Tafel A über die Ausdehnungen der trockenen Luft, läßt sich die Ausdehnung einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft für jede gegebene Temperaturerhöhung finden. Es sey zum Beyspiel die ausdehnende Kraft einer feuchten Luft bey der Temperatur der Eiskälte = 28 Zoll B. St. Man fragt, wie groß ist die ausdehnende Kraft dieser Luft bey 40° und bey 80° Wärme. Für 40° hat man die ausdehnende Kraft der trockenen Luft = 28. 1,1787 = 33,0036, hierzu die Expansivkraft des mit Luft gemischten Wasserdampfes bey 40° = 2,942, giebt für die gesammte ausdehnende Kraft der feuchten Luft bey 40° = 35,9456 Zoll B. St. Eben so berechnet man die ausdehnende Kraft für 80° Temper.

Die ausdehnende Kraft der trockenen Luft	38,0072
Expansivkraft des Wasserdampfes. .	28,0000
ausdehnende Kraft der feuchten Luft .	66,0072.

Vermittelst der ausdehnenden Kräfte lassen sich die Räume der Luft bey erfolgter Ausdehnung berechnen, wenn man den Raum bey der Eiskälte gleich 1 setzt. Dies giebt den Raum der feuchten Luft

bey 40° — 1,2836
bey 80° — 2,3574.

Es erhellet, daß diese Rechnungen nur für eine mit Feuchtigkeit völlig gesättigte Luft gelten, weil die Expansivkraft des mit Luft gemischten Wasserdampfes unter diesen Umständen gefunden worden ist. In der Atmosphäre findet bekanntlich der Punkt der Sättigung mit Feuchtigkeit nur selten statt, und es entsteht daher die Frage, wenn man die angestellten Untersuchungen auf die wirkliche Ausdehnungen der atmosphärischen Luft anwenden will, wie ändert sich der Einfluß der Feuchtigkeit ab, wenn die Luft mehr und weniger von dem Punkt der Sättigung entfernt ist? Es ist wohl nichts natürlicher als die Voraussetzung, daß die Expansivkraft des mit Luft gemischten Wasserdampfes bey gleicher Temperatur und übrigens gleichen Umständen den Quantitäten des der Luft beygemischten Wasserdampfes proportional sey. Dürfte man ferner annehmen, daß die Grade unsrer besten Hygrometer des Delüccischen oder Saussürischen, wirkliche Mengen des der Luft beygemischten Wasserdampfes anzeigten, so würde daraus folgen, daß die Expansivkraft des Wasserdampfes in einer Luft, worin das Hygrometer 50 Grad zeigte, bey jeder Temperatur halb so groß wäre, als sie die vorstehenden in der Tafel (C) enthaltenen Untersuchungen angeben. Ich habe unter den beiden erwähnten Voraussetzungen die nachstehende Tafel berechnet, welche die Ausdehnungen der feuchten Luft von 10 zu 10 Graden des Hygrometers und von 5 zu 5 Graden des Thermometers enthält. Sollte gleich die letzte der beiden Voraussetzungen, worauf sich die berechnete Werthe der Tafel stützen, nicht ganz genau seyn, so geben doch diese Werthe gewiß eine Annäherung zur Wahrheit in einem Theil der Experimentalnaturlehre, worin bisher so viel wie nichts geleistet war. Ueberdies eröffnen diese Untersuchungen, wenn die Thatsachen, worauf sie gegründet sind, (wie ich nicht anders erwarte) durch wiederholte Versuche als wahr befunden, oder nöthigenfalls berichtiget werden, einen

neuen

die Ausd Graden des
ll pariser Ma

Grade des Thermomet		
0°	0000	1
5°	5767	1,02
10°	9716	1,04
15°	0267	1,07
20°	9529	1,10
25°	0646	1,1
30°	6536	1,1
35°	5125	1,2
40°	7427	1,2
45°	1803	1,3
50°	3036	1,3
55°	5553	1,4
60°	1000	1,5
65°	4675	1,6
70°	3682	1,7
75°	0625	1,8
80°	4000	2,

neuen Weg in das noch ziemlich ungebaute Feld der Hygrometrie. Ich meyne, man wird durch solche Tafeln, wie die nachstehende ist, dereinst in den Stand gesetzt werden, vermittelst eines guten Elastizitätsmessers die in der Luft bey verschiedenen Temperaturen enthaltenen Mengen von Wasserdämpfen bestimmter anzugeben, als durch unsere bisherigen Hygrometer geschieht.

Verbindet man mit der vorstehenden Tafel D die Tafel A über die Ausdehnungen der trockenen Luft, so erhält man eine vollständige Uebersicht des Gesetzes der Ausdehnungen der atmosphärischen Luft von 5 zu 5 Graden der Wärme und 10 zu 10 Graden der Feuchtigkeit. Die Ausdehnungen für die zwischenliegenden nicht in den Tafeln A und D enthaltenen Grade der Wärme und Feuchtigkeit lassen sich ohne merklichen Fehler durch Interpolirung nach Proportionaltheilen finden. Eigentlich sollte für jeden Barometerstand eine besondere Tafel, wie die vorstehende (D) für 28″ B. St. berechnet werden. Da aber nach meinen bisherigen Versuchen das Gesetz der Ausdehnungen der völlig trocknen Luft, durch die Veränderung des Barometerstandes nicht merklich modificiret wird, so hat die Veränderung des Barometerstandes auf die Ausdehnungen der feuchten Luft nur in sofern Einfluß, als die nach der Temperatur veränderliche Expansivkraft des Wasserdampfes eine größere Veränderung des Volumens bey einer geringern Elastizität der Luft, als bey einer größern bewirkt. Dieser Einfluß ist indessen nicht beträchtlich, wenn die Aenderung des Barometerstandes nicht groß ist, wie folgendes Beyspiel beweißt. Bey 27 Zoll Barometerstand würden sich die Ausdehnungen der feuchten Luft bey 80° Wärme, statt der in der vorstehenden Tafel D enthaltenen, in folgende verwandeln,

Hygromet.			Ausdehn. der Luft bey 8° Therm.
10°	—	—	1,4611037
20°	—	—	1,5648074
30°	—	—	1,6685111
40°	—	—	1,7622148
50°	—	—	1,8659185
60°	—	—	1,9696222
70°	—	—	2,0733259
80°	—	—	2,1770296
90°	—	—	2,2807333
100°	—	—	2,3840370.

Allgemein findet man die Ausdehnung einer feuchten Luft für jeden gegebenen Barometer-, Thermometer- und Hygrometerstand, wenn man zu der Ausdehnung der trockenen Luft bey der gegebenen Temperatur den mit dem Grad des Hygrometers (als Hunderttheile gelesen) multiplicirten Quotienten aus der Expansivkraft des Wasserdampfes dividirt durch den Barometerstand, addirer, z. B. die Ausdehnung der feuchten Luft bey 26″ Bar. St. 40° Therm. 50° Hygrometer, ist (Ausdehn. der trockenen Luft) $1,1787 + \frac{2,942}{26} \, 0,50 = 1,2352$. Den Beweis zu diesem Verfahren wird sich der aufmerksame Leser aus dem Vorstehenden leicht von selbst entwickeln; ich bemerke nur, daß man für die Grade der Wärme unter 65° die Expansivkraft des mit Luft gemischten Wasserdampfes, für höhere Grade der Temperatur aber die Expansivkraft des reinen Wasserdampfes in Rechnung bringt.

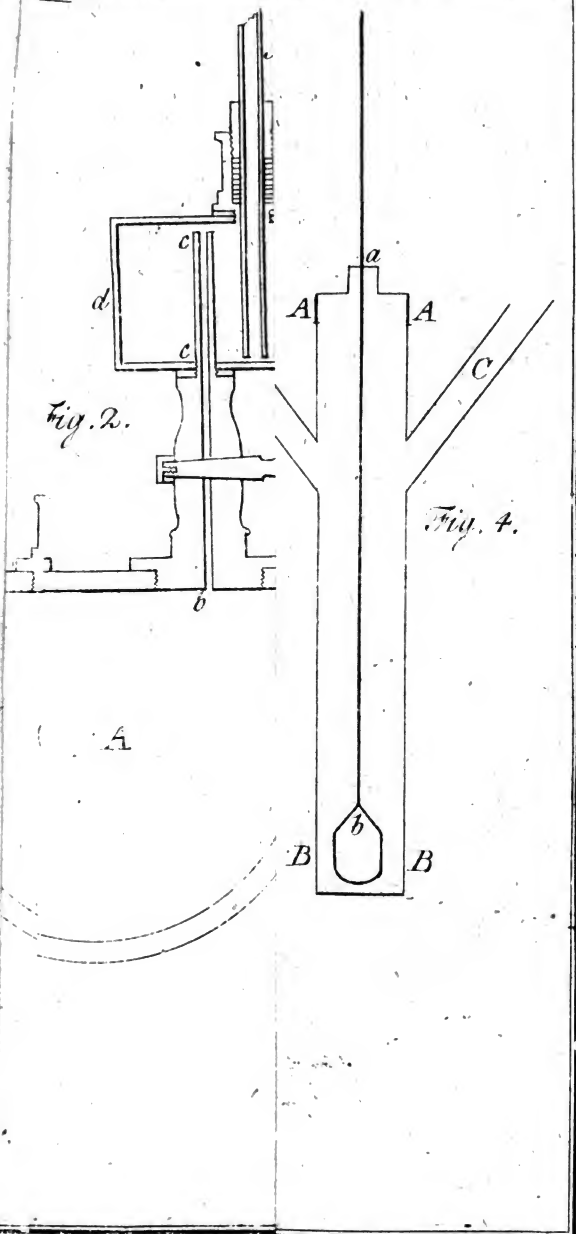
Vergleicht man die oben angeführten von Düvernois gefundenen Werthe für die Ausdehnungen der atmosphärischen Luft mit den in den Tafeln (A) und (D) angegebenen Ausdehnungen der feuchten und trockenen Luft, so erhellet, daß von den Düvernoischen Zahlen die Ausdehnung für 20° selbst für die ganz trockene Luft zu klein ist.

ist. Die Ausdehnung für 40° der Wärme fällt zwischen 70 und 80 der Feuchtigkeit, und stimmt ziemlich mit der Angabe des Saussürischen Hygrometers von 83½°. Die Ausdehnung für 60° ist selbst für die absolute Feuchtigkeit der Luft zu groß, und die Ausdehnung für 80° Wärme bey der angegebenen Feuchtigkeit zu klein. Dünernois glaubt selbst, daß er die Ausdehnung bey der Siedhitze zu klein angegeben habe. Ueberhaupt läßt sich aus der Vergleichung dieses Dünernoischen Versuches weder für noch wider die Richtigkeit meiner Tafeln etwas folgen. Hierzu gehören mehrere bey verschiedenen Graden der Feuchtigkeit der Luft mit aller Genauigkeit über die Ausdehnungen derselben angestellte Versuche.

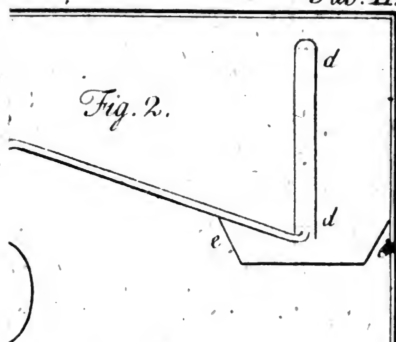
Ich habe mir vorgenommen, demnächst selbst an diese Arbeit zu gehen, oder wenn sie früher von andern Naturforschern ausgeführet werden sollte, so werde ich darnach mit Vergnügen meine über die Ausdehnungen der feuchten und trockenen Luft aufgestellten Gesetze prüfen, und nöthigenfalls berichtigen. Vor der Hand werden sie, wie ich mir schmeichle, wenigstens als Annäherungen zur Wahrheit keine ungeneigte Aufnahme finden.

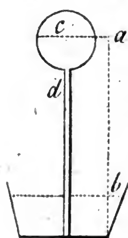
G. G. Schmidt.

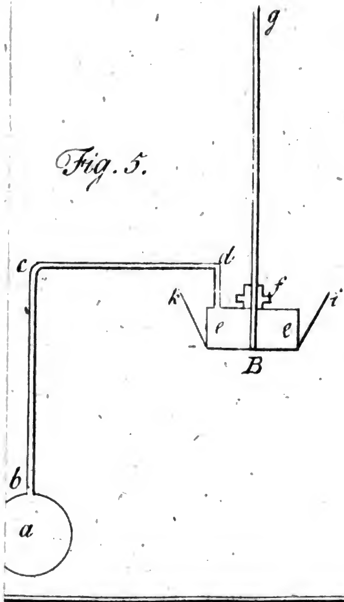
Inhalt.


a
A
A
C
c
c
d
Fig. 2.
Fig. 4.
b
A
b
B
B
Liebe f.

Tab. II.







Neues
Journal
der
Physik.

Des vierten Bandes
viertes Heft.

Herausgegeben

von

D. Fr. Albr. Carl Gren,
Professor zu Halle.

Nebst drey Kupfertafeln.

Leipzig,
bey Joh. Ambr. Barth. 1797.

Johann Jakob Renard, der Königl. Academie der Wissenschaften und schönen Künste zu Berlin wirklich bestallter Mechanikus zur Verfertigung meteorologischer Instrumente, wie auch Königl. Dänischer Hofmechanikus, giebt sich die Ehre, den hiesigen Herren Gelehrten und Liebhabern der Physik seine Arbeiten hierdurch bekannt zu machen und sich zugleich Ihrer Gewogenheit zu empfehlen.

Die Werkzeuge, die er vorzüglich und in einem hohen Grade von Vollkommenheit verfertigt, sind:

1) Barometer aller Art, zu gewöhnlichem Gebrauch im gemeinen Leben; ferner Reise-Barometer, Barometer zum Höhenmessen, Seebarometer, und überhaupt alle zu einem vollständigen physikalischen Kabinette nöthige Barometer, mit und ohne Nonius.

2) Thermometer mit Quecksilber sowohl als andern Flüssigkeiten angefüllt, worunter erstere besonders von Luft gereinigt sind. Diese verfertigt er von sehr mannigfaltiger Einrichtung, wie es die jedesmahlige Absicht bey ihrem physikalischen, chemischen oder sonstigem Gebrauch mit sich bringt. Hiervon nur einiges zur Probe. Er verfertigt Thermometer von einer besonders bequemen und noch nicht sehr bekannten Einrichtung, deren Skalen von Glas und mit einem beweglichen Zeiger versehen sind. Sie lassen sich außerhalb des Fensters an der Fensterscheibe befestigen und können, ohne dasselbe zu öffnen, nicht blos beobachtet, sondern auch der Zeiger an ihnen gestellt werden. Bey einer zweyten Art zeichnet er die Skalen auf die Röhren selbst, diese sind vorzüglich bey astronomischen Beobachtungen, wo die Wirksamkeit der Sonnenstrahlen auf die gewöhnlichen Skalen in Betracht kömmt, zu gebrauchen. Eine dritte Art sehr kleiner und dennoch sehr empfindlicher Thermometer dient dazu, ihre Kugeln in die Blutgefäße und andere Höhlungen des thierischen Körpers zu bringen. Man könnte sie physiologische Thermometer nennen. Bey den gewöhnlichen Gattungen von Thermometern macht er die Skalen von Holz, bey andern von Messing, Elfenbein u. s. w.

3) Sogenannte Areometer oder Hydrometer von Glas, die specifischen Gewichte aller tropfbaren Flüssigkeiten von der leichtesten Naphthe (Aether) an bis zum concentrirtesten Vitriolöle mit großer Schärfe zu bestimmen. Er verfertigt sie von zweyerley Art. Bey der einen zeigen die Abtheilungen des an ihnen befindlichen Stäbchens die Grade

der Dichtigkeit, bey der andern werden sie durch Gewicht bestimmt, die man in einen kleinen Becher legt, womit sie versehen sind.

4) Verfertigt er auch alle mögliche Arten von Hygrometern.

Alle diese Instrumente werden übereinstimmend auf die einfachste Art und nach Angabe der bewährtesten Autoren von ihm verfertigt. Um ferner den Abtheilungen und denselben die größte Vollkommenheit zu geben, deren sie fähig sind, so bedient er sich dazu einer besonderen Maschine, vermöge welcher er eine gerade Linie in jede gegebene Anzahl gleicher, selbst der feinsten Theile, theilen kann: denn eine lange praktische Erfahrung hat ihn gelehrt, daß die Eintheilung mit freyer Hand, besonders wenn sie nur etwas fein seyn soll, fehlerhaft und zuletzt unmöglich wird.

Da es nicht selten Personen giebt, die mehr auf den Preiß als den innern Werth einer Sache sehen, und sich also abhalten lassen sich gute und brauchbare Instrumente anzuschaffen, so erbietet er sich, seine Instrumente so wohlfeil als möglich zu geben, und hoffet sonach einem jeden Genüge zu leisten und die Ehre zu haben, seine Instrumente gemeinnützig machen zu können.

Schlüßlich erinnert er noch, daß, wenn sich Personen finden sollten, die die Verfertigung oben gedachter Instrumente, die Theilung der Glasskalen sowohl vermittelst der Flußspathsäure als des Diamanten und den Gebrauch des Emaillirtisches bei Glasarbeiten zu erlernen wünschen sollten, er dazu jederzeit bereit seyn wird.

Bey J. A. Barth in Leipzig sind kürzlich erschienen: 1) Die Weyhnachtsfeyer in der Freyschule zu Leipzig im Jahr 1797. Drey katechetische Unterredungen von Plato, Rost und Dolz, 8. 5 gr. 2) Christliche Religionsgesänge für Bürgerschulen, zunächst für die Freyschule zu Leipzig, dritte unveränderte Aufl. 8. 8 gr. 3) M. J. C. Dolz practische Anleitung zu schriftlichen Aufsätzen über Gegenstände des gemeinen Lebens, besonders für Bürgerschulen. 8. 18 gr. 4) M. J. Ch. Dolz Andachtsbuch zum Gebrauch für gebildete junge Christen bey der Feyer des Abendmahls, zweyte verbesserte Aufl. 8. 7 gr. Bey dem allgemeinen Interesse, das diese hier angezeigte Schriften für mehrere Schulen haben, wird der Verleger denen, die sich an ihn selbst wenden, das fünfte Exemplar frey geben.

Ankündigung.

Herr G. U. A. Vieth, Lehrer der Mathemathik und Physik an der Hauptschule zu Dessau, hat sich entschlossen, in meinem Verlage einen physikalischen Kinderfreund in einer Reihe kleiner Bändchen von 12 bis 14 Bogen herauszugeben. Der Zweck desselben ist, die wichtigsten Lehren der Physik faßlich und unterhaltend für das jugendliche Alter von 10 bis 15 Jahren vorzutragen. Um dies zu erreichen, wird der Herr Verf. die Materien vorzüglich aus dem gemeinen Leben und aus der Sphäre des Alters, für die das Buch bestimmt ist, wählen, in kurzen Abschnitten leicht, faßlich und so viel möglich sinnlich vortragen, mehrentheils von individuellen Erscheinungen ausgehen, und deren Erklärung geben oder aufsuchen lassen. Der Vortrag wird in Gesprächen, Erzählungen und Briefen abwechseln, um die Aufmerksamkeit mehr zu fesseln, und bald in Vignetten, bald in größern Kupfern, wie es die Gegenstände fordern, Figuren und Instrumente zur deutlichen Erklärung beygefügt werden.

Ich würde meine Zeitgenossen herabzusetzen glauben, wenn ich dazu mir erst den Beyfall des Publikums erbitten sollte. 1) Fehlt ein solcher stufenweiser Unterricht über die vorzüglichsten Gegenstände der Naturlehre noch ganz, und kann selbst Schul- und Privatlehrern nützlich werden. 2) Begriffe über die täglich vorkommenden Erscheinungen im gemeinen Leben können nie früh genug begründet und berichtigt werden, und 3) gewährt schon der Einfluß auf Handwerke und Künste, und jeden, der nicht nur oberflächlich etwas beurtheilen will, das unterhaltendste Interesse. Der Gemeinnützigkeit wegen, setze ich den Preis eines Bändchens auf 10 gr. Sächs. Pränumeration. Wer sieben Exemplare bestellt, erhält das siebente frey. Nach Neujahr erscheint das erste Bändchen, welches nachher etwas höher verkauft werden muß. Man kann sich an alle Buchhandlungen deshalb wenden, zunächst aber an den Verleger in Leipzig.

Den 1sten Nov. 1797. J. A. Barth.

Von dem beliebten Engelhard- und Merkelschen neuen Kinderfreund ist die neue Aufl. 1s und 2s Bändchen bey mir fertig. Das 3te und 4te Bändchen erscheinen zu Neujahr, und die Pränumeration auf jedes Bändchen 8 gr. Sächs. oder auf alle 12 Bändchen 3 Rthlr. 12 gr. bleibt bis zur Erscheinung des letzten Bändchens offen. Auch hierbey erhält der Sammler auf sechs Exemplare das siebente frey.

I.

Beschreibung eines sehr zuverlässigen und leicht anwendbaren Eudiometers,

vom

Professor Gren.

Seit der Erfindung des Eudiometers durch Priestley hat man so vielerley Vorschläge gethan, welche theils dahin abzweckten, die Resultate der Versuche damit genauer und zuverlässiger, theils die Behandlung des Instruments bequemer zu machen, daß die Litteratur über die Eudiometrie schon beträchtlich angewachsen ist. Demungeachtet muß man gestehen, daß alle bis jetzt von Priestley, Scheele, Lavoisier, Seguin, Guyton vorgeschlagenen eudiometrischen Mittel, und die von diesen und Fontana, Ingenhousz, Reboul, und anderen angegebenen Methoden ihrer Anwendung noch nicht den Grad der Genauigkeit und Zuverlässigkeit in die Eudiometrie gebracht haben, der zu wünschen ist. Ich habe mich aller dieser Mittel und Methoden bedient, und bey allen wesentliche Mängel beobachtet. Ich blieb zuletzt bey der von Re-

boul beschriebenen Verfahrungsart, bey dem Verbrennen des Phosphors in der zu prüfenden Luft, stehen; aber nie gelang es mir auch damit übereinstimmenmende Erfolge bey einerley Luftart zu erhalten, und was ich vorzüglich bemerke, eine solche Verminderung des Luftvolums zu bewirken, wie es der durch andre eudiometrische Mittel zu bestimmende Gehalt an Sauerstoffgas erfordert hätte. Es bildet sich nämlich bey diesem Verbrennen und Erhitzen des Phosphors eine Auflösung desselben in dem rückständigen Stickgas, wie schon der Geruch des letztern anzeigt, und es wird dadurch das Volum dieses Gas größer, als es im reinen Zustande seyn würde.

Alle meine bisherigen Untersuchungen haben mich überzeugt, daß, wenn man mit Genauigkeit den Gehalt des Sauerstoffgas in der zu prüfenden Luft erforschen und bestimmen will, man darauf Verzicht thun müsse, sogleich und auf der Stelle ein Resultat zu erhalten. Ich sehe aber nicht ein, warum dies eine unerläßliche Bedingung bey eudiometrischen Erfahrungen seyn müsse. Wenn dies aber nicht ist, so haben wir an dem allmähligen und langsamen Verbrennen des Phosphors, oder seinem Zerfliessen, bey der mittlern Temperatur, das vollkommenste eudiometrische Mittel, und sind im Stande in der zu prüfenden Luft auch den kleinsten Rest des darin befindlichen Sauerstoffgas wegzuschaffen. Das Mittel wirkt zwar langsam, und es sind mehrere Tage erforderlich, ehe man das Resultat daraus ziehen kann, dafür ist dies letztere auch desto sicherer. Durch dieses Mittel gelang es mir, Verminderungen des Volums der damit geprüften atmosphärischen Luft zu erhalten, wie ich sie durch alle anderen vorgeschlagenen Mittel nie erhalten konnte und erhalten hatte. Da man die Luft jedes Orts, die man eudio-

eudiometrische prüfen will, in genau verschlossenen Gefäßen transportiren und aufheben kann, so ist es gar nicht nöthig, an Ort und Stelle die Versuche damit anzustellen, und das Mittel behält also für die Luft jedes Orts seine Anwendbarkeit, falls man nur, welches wohl zu merken ist, die Temperatur und den Grad der Zusammendrückung dieser Luft an Ort und Stelle beobachtet hat.

Das Eudiometer selbst läßt sich nun mit diesem Mittel auf folgende Art sehr leicht und bequem vorrichten. Man nimmt eine cylindrische Glasröhre, die an dem einen Ende geschlossen und an dem andern offen, etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll weit, und 15 bis 16 Zoll lang ist. Man theilt sie von dem geschlossenen Ende an herabwärts in pariser Zolle, Linien, und Viertellinien ein. Am besten ist es freylich, wenn diese Scale in das Glas selbst eingeschnitten oder eingeätzt wird. Wenn man sie auf Papier aufträgt, so muß man dies mit einem Firnis auf die Röhre aufkleben, und mit demselben überziehen, damit die Scale bey der Behandlung der Röhre im Wasser keinen Schaden leide. Man nimmt ferner einen Korkstöpsel, der im Durchmesser etwa einige Linien schmäler, als die Röhre, und $\frac{1}{2}$ Zoll hoch ist. Man steckt drey oder vier Nadeln neben einander hindurch, so daß sie nahe genug bey einander stehen, um eine kleine Stange Phosphor gehörig fest dazwischen stellen zu können. An der untern Fläche dieses Korks befestigt man an dem Knopfe einer dieser Nadeln einen hinreichend langen Zwirnsfaden.

Um mit diesem einfachen eudiometrischen Apparate die Prüfung einer Luft vorzunehmen, füllt man die Röhre in einer Wanne mit Wasser völlig an, und läßt von der zu prüfenden Luft mehrere Zolle hineintreten. Man

senkt die Röhre vollkommen vertical so tief in das Wasser, daß dieses auswendig so hoch stehe, als inwendig, damit die eingeschlossene Luft denselbigen Grad der Zusammendrückung erhalte, als die äußere hat, und beobachtet dann den Stand des Wassers innerhalb der Röhre an der Scale derselben. Man merkt ferner den gleichzeitigen Barometerstand und die Temperatur des Wassers der Wanne an. Die Luft in der Röhre wird nämlich die Temperatur des Wassers der Wanne haben, wenn man Sorge trägt, während der Beobachtung des Wasserstandes darin sie mit diesem Wasser wiederhohlt zu überschütten. Wenn diese Beobachtungen gehörig gemacht sind, so bringt man den vorgerichteten Kork, mit einem Stängelchen Phosphor darauf, in die Mündung der Röhre unter dem Wasser und läßt ihn darin aufsteigen. Es ist nöthig, daß der Kork vorher gehörig vom Wasser durchdrungen sey, damit er keine neue Luft unter die Röhre bringe. Der auf dem Wasser der Röhre schwimmende Kork ragt etwas aus dem Wasser hervor, und der Phosphor, den er trägt, ist mit der Luft in unmittelbarer Berührung. Man bringt jetzt die Röhre in einen mit Wasser gefüllten gläsernen Cylinder, und kann sie so an jeden beliebigen Ort hintragen. Es ist gut, wenn sie an einem Orte steht, dessen Temperatur nicht zu niedrig ist; am besten ist diese von 15 bis 16 Grad. Nie darf aber die Temperatur so hoch seyn, daß der Phosphor in Selbstentzündung kommen könnte. Der Phosphor zersetzt nun das Sauerstoffgas allmählig und langsam, aber vollständiger und genauer, als irgend eine andre bekannte Substanz. Er zerfließt bekanntlich hierbey zu einer Säure, und leuchtet im Dunkeln. Einige schwankenden Bewegungen der Röhre dienen, um von Zeit zu Zeit die Säure, die auf seiner Oberfläche klebt, wegzuspühlen. Auch kann man, wenn man es für nöthig findet, fri-

schen

schen Phosphor auf dem Korke in die Luft bringen, indem man in der Wasserwanne den Kork an dem Faden herauszieht, und den Phosphor wechselt. Man läßt übrigens die Luft mehrere Tage, und überhaupt so lange, der Einwirkung des Phosphors ausgesetzt, bis im Dunkeln keine Spur von Leuchten mehr wahrzunehmen ist. Noch ist zu bemerken, daß in dem Gefäße, worin die Röhre steht, immer Wasser genug die ganze Zeit des Versuchs hindurch bleibe, damit keine Luft in die Röhre treten könne.

Nach vollendeter Zersetzung des bey der zu prüfenden Luft gewesenen Sauerstoffgaßes ist nun noch übrig, den Rückstand der Luft zu messen, und bey gleichem Grade der Zusammendrückung und Wärme ihrem Volume nach mit dem der angewandten Luft zu vergleichen. Man bringt also die Röhre wieder in die Wanne, die mit Wasser von der vorigen Temperatur gefüllt ist, und zieht den Kork heraus. Ein Hauptumstand bey der jetzt vorzunehmenden Messung ist es, daß die rückständige Luft wieder denselbigen Grad der Zusammendrückung erhalte, den sie beym Anfange des Versuches hatte. Wenn der Barometerstand jetzt genau wieder derselbige wäre, der bey der ersten Messung statt fand, so hätte man weiter nichts nöthig, als die Röhre wieder eben so tief in das Wasser zu tauchen, daß es auswendig so hoch steht, als inwendig, und dann an der Scale den Wasserstand der Röhre genau anzumerken. Wenn aber der Barometerstand jetzt höher ist, als beym Anfange des Versuches, so würde, wenn man so verfahren wollte, die rückständige Luft in der Röhre stärker zusammengedrückt seyn, als sie beym Anfange des Versuches und bey der ersten Messung war; sie würde folglich einen kleinern Raum erfüllen, als sie sollte. Man muß ihr also den niedrigern Barometerdruck wieder geben. Dies erreicht

man, wenn man die Röhre so weit aus dem Wasser hervorzieht, daß die Wasserfläche innerhalb derselben um so vielemale 14 Linien höher als die äußere, steht, als die Anzahl der Linien ist, um welche der jetzige Barometerstand den vorigen übertrift. Eben dies ist die Ursach, warum die Abtheilung der Scale an der Röhre in Zollen und Linien ausgedrückt seyn muß. Erst nach dieser Berichtigung beobachtet man den Stand des Wassers oder der Luft in der Röhre, wobey man, wie sich von selbst versteht, wiederum dafür sorgt, die Luft der Röhre dadurch von der vorigen Temperatur zu erhalten, daß man die Röhre mit dem eben so temperirten Wasser der Wanne wiederhohlt überschüttet. — Wenn endlich der Barometerstand bey der zuletzt angestellten Messung niedriger seyn sollte, als er beym Anfange des Versuches war, so müßte man die Röhre so tief ins Wasser tauchen, daß es auswendig so vielemale 14 Linien höher stünde, wie inwendig, als die Anzahl der Linien beträgt, um welche der jetzige Barometerstand niedriger ist, als der vorige. Aber dann läßt sich der Stand des Wassers in der Röhre gar nicht oder nicht scharf und genau beobachten, und daher halte ich es für besser, einen höhern Barometerstand abzuwarten. — Schwerlich hat man bey den bekanntgemachten eudiometrischen Untersuchungen diese Bedingungen immer erfüllt, die doch so unerläßlich sind. — Wenn man annehmen darf, daß alle Gasarten das Mariottische Gesetz befolgen, und daß bey gleichem Grade des Drucks und der Wärme der Grad ihrer Ausdehnbarkeit derselbige sey, woran man doch wohl zu zweifeln Ursach hat, so ließe sich aus diesem Gesetze die nöthige Correction wegen der Zusammendrückung dieser Luft leicht durch Rechnung finden.

Es ist nun noch übrig, die Volumina der Luft vor und nach dem Versuche zu messen, um aus der Differenz

ferenz derselben den Gehalt an Lebensluft zu bestimmen. Hierzu finde ich am besten und bequemsten, daß man reines destillirtes Wasser in die Röhre wiegt, so daß es darin genau so viel Raum einnimmt, als die Luft nach dem Versuche, und dann wiederum so viel, als sie vor dem Versuche darin einnahm, und diese Wassermengen in Granen ausdrückt. Dann läßt sich durch eine leichte Rechnung der Gehalt der geprüften Luft an Sauerstoffgas in Tausendtheilen des Volums derselben finden, wenn man das angewandte Luftvolum = 1000 setzt.

2.

Ueber die Vermehrung der Elastizität und die Ausdehnung einiger künstlichen Luftarten durch die Wärme,

vom

Herrn Prof. Schmidt,
in Gießen.

Da meine Untersuchungen über die Ausdehnung der atmosphärischen Luft (s. oben B. IV. S. 320. ff.) so sehr von Herrn Prieurs Resultaten abweichen, und dagegen viel besser mit den ältern Beobachtungen von Amontons, Delüc und Lambert stimmten, so nahm ich mir gleich vor, die Ausdehnungen der übrigen von Herrn Prieur untersuchten Gasarten ebenfalls nach meiner Methode zu prüfen. Ich bediente mich hierbey des in der angeführten Abhandlung beschriebenen Elastizitätsmessers, der nur in so fern abgeändert war, daß das obere Ende der Barometerröhre a (Fig. 1. Taf. I.) offen blieb, und blos durch einen Korkstopfen, durch den eine feine offene Glasspitze gieng, verschlossen wurde.

Die Art, wie ich die Gefäße des Elastizitätsmessers mit den Gasarten füllte, war folgende. Ich brachte in den untern gekrümmten Theil der Röhre und der obern Kugel Quecksilber bis zur Höhe dd, und die Oeffnung c der untern Kugel in eine Schaale voll Quecksilber.

Hierauf

Hierauf steckte ich in die Oeffnung b den Thermometer-kork, ohne jedoch die Oeffnung luftdicht zu verschliessen, und ließ durch die unter Quecksilber befindliche Oeffnung c das Gas so lange hineinströhmen, bis ich gewiß überzeugt seyn konnte, daß alle atmosphärische Luft zur Oeffnung b hinaus getrieben war. In diesem Augenblick verschloß ich die Oeffnung b noch während dem das Gas durch c einströhmte, und hierauf gleich die Oeffnung c unter Quecksilber. Zur Vorsicht ließ ich noch einige Tropfen Quecksilber über dem Kork in c stehen, welches die luftdichte Verschliessung desselben befördert. Diese Methode, den Elastizitätsmesser zu füllen, fand ich eben so genau, und viel bequemer, als den anfänglich eingeschlagenen Weg, da ich beide Gefäße b und c, und den größten Theil der Röhre mit Quecksilber füllte, hierauf die Oeffnung a luftdicht verschloß, und c unter Quecksilber öffnete, da alsdann das Quecksilber in der Röhre a d nur zum Theil heruntersank, und das Gas durch die Oeffnung c auf die gewöhnliche Weise eingefüllt werden konnte. Das unsichere dieses Verfahrens besteht darin, daß sich eine ziemliche Menge in kleinen Blasen zerstreuete atmosphärische Luft, während dem Einfüllen des Gases, mit dem Gas vermischt, und die Unbequemlichkeit, daß die von dünnem Glas gefertigten Gefäße, durch das Gewicht des eingefüllten Quecksilbers, ohne große Vorsicht leicht zerbrechen. Dagegen bürgt mir die Art, wie man den Elastizitätsmesser durch Wasserdämpfe evacuiren kann, dafür, daß das durch c einströhmende Gas die Luft vor sich hertreibe, wenn man nur die Vorsicht gebraucht, drey bis viermal so viel Gas durch die Gefäße ströhmen zu lassen, als zur Füllung derselben nöthig ist. Wenn der Elastizitätsmesser mit dem Gas gefüllt war, so brachte ich ihn in ein Gefäß mit heißem Wasser, und beobachtete, indem das Wasser allmählig erkaltete, den Gang des Thermometers und der Quecksilbersäule

in der oben offnen Röhre a d, benebst dem Barometerstand und der Temperatur der Luft zur Zeit des Versuchs. Ich schreite nun zur Erzählung der einzelnen Versuche.

Sauerstoffgas (dephl. Luft.)

Ich bereitete dies Gas aus dem rothen Quecksilberpräcipitat, indem ich mich dazu des kleinen Glasgeräthes bediente, welches ich im 2ten Band S. 291 des neuen Journals beschrieben habe. Um das Gas recht trocken in die Gefäße des Elastizitätsmessers zu bringen, ließ ich das zuerst übergehende weggehen, und fing es nur dann auf, wenn das Retörtchen schon eine Zeitlang roth glühte, und zum Ueberfluß hatte ich noch in das Zwischengefäß, welches zum Auffangen des reducirten Quecksilbers dient, etwas geglühte Potasche gebracht.

Erster Versuch.

Barometerstand 27 Z. 9 Lin. Therm. am Barom. 19°.

	Therm. im Elastizitätsmes.	Stand des Quecksilbers in der Röhre des Elastizitätsmes.	Stand des Quecksilbers im Gefäß.
		par. Zoll	par. Zoll
vor dem Versuch in der Luft beob.	$18\frac{1}{3}$°	0,58	0,1
im heißen Wasser beobachtet.	63°	5,61	
	60°	5,26	
	55°	4,78	
	50°	4,29	
	45°	3,74	
	40°	3,12	
	35°	2,45	
nach dem Versuch in der Luft beob.	20°	0,70	0,07
	$18\frac{1}{3}$°	0,56	

Der

Der Unterschied in dem Stande des Quecksilbers im Gefäß vor und nach dem Versuch, ist blos zufällig, und rühret davon her, daß bey der Herausnahme des Instrumentes aus dem Topf voll Wasser, durch eine zu starke Neigung etwas Quecksilber aus der obern in die untere Kugel fiel. Das Verhältniß der Röhre zum Gefäß des Elastizitätsmessers an der Stelle, wo die Oberfläche des Quecksilbers sich befand, war = 1 : 49. Nach diesem Verhältniß sind die angegebenen Quecksilberhöhen berichtiget worden. Wenn man die Elastizität des Gases vor und nach dem Versuch bey derselben Wärme von $18\frac{1}{3}^{\circ}$ mit einander vergleicht, so findet sich eine Uebereinstimmung bis auf ein Hunderttheil Zoll, folglich wurde während dem Versuch unmerklich wenig Gas durch die Verkalchung des Quecksilbers absorbiret. Desto auffallender war mir die Erscheinung des unregelmäßigen Wachsthums der Elastizität des eingeschlossenen Gases mit der Wärme. Ich leite aus den Beobachtungen die Elastizitäten des eingeschlossenen Gases von 5 — 5 Graden der Wärme für das unveränderliche Niveau = o her.

Sie sind folgende

				Unterschiede.	
20°	—	0, 63			
25	—	1, 203	—	0, 573	berechnet.
30	—	1, 776	—	0, 573	berechnet.
35	—	2, 35	—	0, 574	berechnet.
40	—	3, 02	—	0, 67	
45	—	3, 64	—	0, 62	
50	—	4, 19	—	0, 55	
55	—	4, 68	—	0, 49	
60	—	5, 16	—	0, 48	

Die Unregelmäßigkeit der Unterschiede ließ mich eher auf irgend einen Fehler in dem Versuch, oder der Beob-

achtung

achtung, als auf ein so irregulaires Gesetz der Ausdehnung des Sauerstoffgases rathen. Bey nachmaliger Prüfung meines Apparats glaubte ich den Fehler darin setzen zu müssen, daß die Kugel des Thermometers nicht weit genug in das obere Gefäß des Elastizitätsmessers reichte, und dieses selbst nicht tief genug unter Wasser kann, besonders nach dem sich der Raum des Wassers durch die Erkältung so vermindert hatte, daß ein kleiner Theil des obern Gefäßes über das Wasser hervorragte.

Bey dem folgenden Versuch vermied ich diesen Fehler sorgfältig, indem ich stets das Wasser durch Zugießen in einerley Höhe erhielt, und zugleich die Kugel des Thermometers in das Gefäß tiefer versenkt hatte.

Zweyter Versuch.

Stand des Barometers 27 Zoll 10,3 Linien = 27,86 Zoll. Thermometer am Bar. 17°

Thermom. im Elastmesser	Quecksilberhöhe in der Röhre	in der Kugel	
$18\frac{1}{4}°$	0, 15	0,	vorm Versuch in d. Luft beobachtet.
65	5, 11		im heißen Wasser beobachtet.
60	4, 56		
55	3, 98		
50	3, 39		
45	2, 70		
40	2, 12	0,	im Wasser beobachtet.
35	1, 52		
30	0, 94		
25	0, 35		
20	0, 22	0,	
15	0, 82		

Man

Man nehme die Unterschiede der Elastizität von 5 — 5 Graden, so findet man

65	bis	60	—	0, 55
60	—	55	—	0, 58
55	—	50	—	0, 59
50	—	45	—	0, 69*
45	—	40	—	0, 58
40	—	35	—	0, 60
35	—	30	—	0, 58
30	—	25	—	0, 59
25	—	20	—	0, 57
20	—	15	—	0, 60

Sie sind, die mit * bezeichnete ausgenommen, von deren Abweichung ich noch besonders reden will, zwischen den Gränzen 0,55 — 0,60 ab- und zunehmend, oder wenn man auch den ersten Unterschied wegläßt, zwischen den noch engern Gränzen von 0,57 — 0,60 enthalten. Dies berechtiget wohl zu der Voraussetzung, die Ausdehnung des Sauerstoffgaßes den Unterschieden der Wärme proportional zu setzen, und ich will nun diese Voraussetzung weiter prüfen. Vorerst will ich bemerken, daß die angegebenen Quecksilberhöhen noch einer kleinen Verbesserung bedürfen, wegen der Ausdehnung, die das Gas erlitt, in dem das Quecksilber aus dem Gefäß in die Röhre trat. Ich maaß den innern Raum der beiden Gefäße nach Abzug dessen, welchen das Quecksilber bis dd einnahm, durch Aichen mit Quecksilber, und fand ihn 6,1 par. Cubikzoll. Der Durchmesser der cylindrischen Röhre betrug genau 0,2 Zoll p. M., folglich hatte eine Länge von einem Zoll 0,0314 C. Zoll Inhalt, oder sie war der 0,00515te Theil des Raums der Gefäße.

Man darf daher nur die gefundenen Quecksilberhöhen mit der Zahl 1,00515 multipliciren, um die, wegen

gen der Ausdehnung des Gaßes berichtigten zu erhalten. Dieß giebt

65°	—	5, 136		Unterschiede.
60	—	4, 583	—	0, 553
55	—	4, 000	—	0, 583
50	—	3, 407	—	0, 593
45	—	2, 713	—	0, 694*
40	—	2, 130	—	0, 583
35	—	1, 527	—	0, 603
30	—	0, 945	—	0, 582
25	—	0, 351	—	0, 594
20	—	– 0, 220	—	0, 571
15	—	– 0, 825	—	0, 605

Wenn man aus den durch den Versuch gefundenen Quecksilberhöhen von 15° und 20° die für $18\frac{1}{4}$° herleitet, so findet man — 0,431. Vor dem Versuch war sie nur — 0,15, folglich fand während dem Versuch eine Verminderung der Elastizität von 0,281 Zoll statt. Diese kann, da der Apparat, wie ich mich durch wiederhohlte Prüfungen versichert habe, nicht nur während dem Versuch, sondern noch mehrere Tage nach demselben vollkommen schloß, nur von der Absorptior des Sauerstoffgaßes durch die Verkalchung des Quecksilbers hergerühret haben. Hiervon mag sich auch der mit * bezeichnete große Unterschied herschreiben. Warum indessen die Absorption gerade hier so stark war, das weiß ich eben so wenig zu erklären, als warum ich bey dem ersten Versuch gar keine Absorption bemerkt habe, wenn anders die Ursache nicht darin liegt, daß durch zufälliges Rütteln des Apparats die Kalchhaut auf dem Quecksilberspiegel, welche sich schon bey Einfüllung des Sauerstoffgases bildet, entfernt und in das untere Gefäß gebracht worden ist. Denn indem ich dieses schreibe (drey

Tage

Tage nach dem Versuch) bemerke ich, daß der Quecksilberspiegel im obern Gefäß nur mit einigen nicht zusammenhängenden Kalchpünctchen, hingegen der Quecksilbertropfen auf dem Propfen des untern Gefäßes mit einer dicken Kalchhaut überzogen ist.

Nach Abzug der Absorption beträgt die Vermehrung der Elastizität in zweyten Versuch von 15 — 65° 5,680 Zoll, folglich von 5 — 5 Graden; (die Ausdehnung gleichförmig gesetzt) 0,568, und von 0° — 80° = 9,088 Zoll. Dies giebt mit dem Barometerstand dividiret, die Ausdehnung des Sauerstoffgases

für 5 Grade des 80theiligen Thermometers 0,02055
für 80 Grade 0,3288
den Raum bey 0° = 1 gesetzt.

Wenn ich gleich die einzelnen Beobachtungen des ersten Versuchs nicht für richtig erkenne, so können doch die äussersten Beobachtungen zur Vergleichung dienen, weil die untere Beobachtung in der Luft wiederhohlet angestellet worden ist, und bey den höchsten Graden der oben angegebene Fehler durch die Erkältung und Zusammenziehnug des Wassers noch nicht merklich eingetreten seyn kann. Ich nehme die Vermehrung der Elastizität von $18\frac{1}{3}°$ — 60° = 4,78 und corrigire sie wegen der Ausdehnung des Gases, so erhalte ich 4,804 Zoll,
dieß giebt für 5° = 0,5768
80° = 9,2288
Mit dem Barometerstand 27,75 dividiret,
die Ausdehnung für 5° = 0,02077
80 = 0,3323
sehr wenig von dem Resultat des zweyten Versuchs verschieden. Um die Voraussetzung von der gleichförmigen Ausdehnung des Sauerstoffgaßes durch die Wärme ferner zu prüfen, stellte ich noch folgenden Versuch an.

Dritter

Dritter Versuch.

Ich nahm ein dünnes Apothekerglas, und füllte es bis an die innere Mündung des Halses (so weit der Stopfen reichte) voll Quecksilber; das darin enthaltene Quecksilber wog 3 Pfund 23 Loth Cöln. M. Dies giebt den Inhalt des Glases, das specifische Gewicht des Quecksilbers = 13,5 gesetzt, 6,8 Cubikzoll sehr nahe. Ich füllte hierauf das Glas unter Quecksilber mit Sauerstoffgas, das ich auf die schon beschriebene Weise aus dem rothen Präcipitat entband, und verschloß hierauf das Gefäß mit einem Korkstopfen, durch welchen eine unter einem stumpfen Winkel gebogene Glasröhre gieng. Den Korkstopfen überschmolz ich noch aus Vorsicht mit Siegellack. Das eine Ende der Glasröhre war mit einem Wachskügelchen verschlossen. Nun brachte ich das Glas bis an den Hals in siedendes Wasser, indem ich zugleich die Röhre öffnete; das Glas blieb $\frac{1}{4}$ Stunde lang im siedenden Wasser, worauf ich die Röhre mit Wachs schloß, und das Glas schnell in die Fig. 2. angegebene Lage brachte, damit die Oeffnung der Röhre in eine Schaale reichte, welche bis zum Rand a a voll Quecksilber gefüllt war. Sobald hierauf das Wachs von der Röhre entfernt wurde, trat das Quecksilber aus der Schaale in das Glas in dem Maaß, wie sich die eingeschlossene Luft nach und nach bis zur Temperatur der äussern Luft oder des um die Flasche gegossenen Wassers erkältete. Bey einer Temperatur von 17° war das Gewicht des eingetrettnen Quecksilbers $23\frac{5}{16}$ Loth. Um genau die Wärme zu bestimmen, welche die Luft in dem siedenden Wasser angenommen hatte, brachte ich nach dem Versuch statt der gekrümmten Röhre ein Thermometer durch den Stopfen in das Glas, und taugte das Glas wieder eben so lange, wie vorher, ins siedende Wasser. Das Thermometer stieg bis zu 78°, wo es unveränderlich blieb. Dividiret

dividirt man das Gewicht des eingedrungenen Quecksilbers durch den Unterschied der Quecksilbergewichte vor und nach dem Versuch, so erhält man für die Ausdehnung des Sauerstoffgaßes von 17° — 78° = 0,245 und von 0 — 80° = 0,3213. Ebenfalls nur in den Tausendtheilen von dem zweyten Versuch verschieden. Das Mittel, aus den drey Versuchen giebt die Ausdehnung des Sauerstoffgaßes von 0 — 80° = 0,3278 nur um 0,001 von dem Resultat des zweyten Versuchs verschieden, welchen ich für den richtigsten halte. Die Ausdehnung der atmosphärischen Luft beträgt nach meinen Untersuchungen von 0 — 80° 0,3574, folglich ist die Ausdehnung des Sauerstoffgaßes um 0,0296 geringer.

Wasserstoffgas (inflammabele Luft).

Ich bediente mich zur Entbindung des Wasserstoffgaßes des Zinks und der verdünnten Schwefelsäure. Um das Gas trocken und frey von schwefel- und kohlensaurem Gas zu erhalten, brachte ich zwischen die gläserne Entbindungsflasche, und die durch Quecksilber gesperrte untere Mündung c des Elastizitätsmessers ein Zwischengefäß, das mit gröblich zerstossener ausgeglüheter Potasche und gebranntem Kalch angefüllt war. Uebrigens verfuhr ich bey Anstellung der Versuche ganz auf die schon beschriebene Weise. Ich setze gleich die zu den beobachteten Wärmegraden gehörigen, wegen des veränderlichen Niveau und der Ausdehnung des Gaßes corrigirten Quecksilberhöhen des Elastizitätsmessers her.

Erster Versuch.

Barometer 27 Zoll 8 Linien. Thermometer 19°

Wärme.	Quecksilberhöhen Röhre.	Quecksilberhöhen Kugel.	
20°	0,	0,	vorm Versuch in der Luft beobachtet.
65°	4, 82		im Wasser beobachtet.
60°	4, 46		
55°	4, 05		
50°	3, 54		
45°	3, 08		
40°	2, 61	0,	im Wasser beobachtet.
35°	2, 05		
30°	1, 44		
25°	0, 93		
20°	0, 41		
15°	−0, 15		
20°	− 0, 15		einen Tag nach dem Versuch in der Luft beobachtet.

Die Unterschiede der Quecksilberhöhen sind in den höhern Graden der Wärme beträchtlich abnehmend, wie die folgende Reihe zeigt.

Unterschied der Wärme.				der Quecksilberhöhe.
20,	—	15	—	0, 56
25	—	20	—	0, 52
30	—	25	—	0, 51
35	—	30	—	0, 61
40	—	35	—	0, 56
45	—	40	—	0, 47
50	—	45	—	0, 46
55	—	50	—	0, 41
60	—	55	—	0, 36

Die Ursache dieser Abnahme des Wachsthums der Elastizität des Wasserstoffgaßes bey gleicher Zunahme der Wärme, schreibe ich der durch die höhere Temperatur beförderten Verbindung des Wasserstoffes mit dem Quecksilber und dessen Kalch zu. Denn ich hatte sehr deutlich bemerkt, daß das weißgraue Kalchhäutchen, welches die Oberfläche des Quecksilbers im Elastizitätsmesser bey Einfüllung des Wasserstoffgaßes überzog, bey Beendigung des Versuchs eine ins dunkelblaue spielende Farbe angenommen hatte. Es war die Verbindung entstanden, welche die französischen Chemiker Oxide de mercure hydrogéné nennen. Durch den Beytritt des Wasserstoffs zum Quecksilberkalch wurde vielleicht mit Hülfe der höhern Temperatur etwas Sauerstoff in Gasgestalt ausgeschieden, welches bey einer niedrigern Temperatur nicht erfolgt. Hieraus erkläret sich die sonderbare Vermehrung der Elastizität des Wasserstoffgaßes um 0,41 Zoll bey gleicher Temperatur von 20° vor und nach dem Versuch. Das durch die höhere Temperatur ausgeschiedene Sauerstoffgas vermehrte nemlich die Elastizität des eingeschlossenen Gaßes erst alsdann merklich, da nach dem Versuch der größte Theil des zum Quecksilber und dessen Kalch getretenen Wasserstoffes durch die kältere Temperatur wieder in die Gestalt des Wasserstoffgaßes zurücktrat. Das ausgeschiedne Sauerstoffgas wurde zwar auch wieder durch die Wirkung des Quecksilberkalches zersetzt, aber langsamer, daher verschwand die Vermehrung der Elastizität erst den Tag nach dem Versuch wieder, und verwandelte sich in eine Verminderung derselben von 0,15 Zoll, die wohl noch von etwas absorbirtem Wasserstoff herrühren mogte. Durch die wechselseitige Verschluckung und Entbindung des Wasser- und Sauerstoffes während dem Versuch, mußten Irregularitäten in den Unterschieden der ausdehnenden Kraft entstehen, welche ich, wo nicht aufzuheben, doch zu ver-

mindern hoffte, wenn ich die Dauer des Versuchs beträchtlich verkürzte. Daher erkältete ich in dem folgenden Versuch das heiße Wasser, worin ich die Gefäße des Elastizitätsmessers versenkte, schneller durch Zumischung von kaltem Wasser. Da aber in diesem Fall das in dem Elastizitätsmesser eingeschlossene Thermometer, die Temperatur des innern Raumes wegen seines langsamern Ganges nicht richtig angezeigt haben würde, so ließ ich es ganz hinweg, verschloß die obere Oeffnung b des Elastizitätsmessers blos mit einem Kork, und beobachtete nur das Thermometer in dem umgebenden Wasser. Die vorhergehenden Versuche hatten mich belehret, daß bey einer allmählig von selbst erfolgenden Erkältung des Wassers zwey harmonirende Thermometer das eine in, das andere ausserhalb dem Elastizitätsmesser beobachtet bis auf Kleinigkeiten übereinstimmen; aber das äussere Thermometer, so wie die Elastizität des eingeschlossenen Gases, kommen bey einer schnell erfolgenden Aenderung der Temperatur des umgebenden Wassers früher zu ihrem neuen Ruhepunct, als das innere Thermometer, wenn es gleich sehr empfindlich ist.

Da bey dem folgenden Versuch das umgebende Wasser stets über die obere Verschliessung b des Elastizitätsmessers gieng, so konnte nicht das mindeste Luftbläschen aus dem innern Raum unbemerkt entweichen. Es schloß alles vollkommen. Das Nachstehende enthält die Resultate des

Zweyten Versuchs.

Barometerstand 27 Zoll 10 Linien. Thermometer 17°,

Wärme.	corr. Quecksilberhöhen.	Unterschied.	
13°	0, 45		vorm Versuch im kalten Wasser.
65°	5, 10		im heißen Wasser durch Mischungen erkältet,
60	4, 70	0, 40	
55	4, 30	0, 40	
50	3, 93	0, 37	
45	3, 35	0, 58	
40	2, 83	0, 52	
35	2, 31	0, 52	
30	1, 71	0, 58	
25	1, 20	0, 53	
20	0, 61	0, 59	
15	0, 04	0, 57	
10°	-0, 66	0, 70	
13°	-0, 25		nach dem Versuch im kalten Wasser beobachtet.

Hier nähern sich die Unterschiede der Elastizitäten zwischen 15° und 50° der Gleichförmigkeit mehr als in dem vorhergehenden Versuch, aber über 50° nehmen sie beträchtlich ab, so wie unter 13° beträchtlich zu. Auch betrug die Vermehrung des eingeschlossenen Gaßes nach dem Versuch, bey gleicher Temperatur von 13° vor dem Versuch, hier nur 0,2 Zoll. Die mittlern Unterschiede der Elastizität für 5° Wärme betragen

unter 15° — 0,70
von 15° — 50 — 0,556
über 50° — 0,39

Die

Dividiret man diese Zahlen durch den beobachteten Barometerstand, so findet man die Ausdehnung des Wasserstoffgaßes für 5 Grade der Wärme

unter 15° — 0,02515
zwischen 15 — 50° — 0,02000
über 50° — 0,01401

gar sehr verschieden.

Ich suchte nun auch die Ausdehnungen des Wasserstoffgaßes bey verschiedenen Temperaturen unmittelbar zu bestimmen durch den Apparat und auf die Weise, wie ich bey dem Sauerstoffgas umständlich beschrieben habe. Ich setze hier blos die Resultate her.

Eine Temperaturerhöhung von $13\frac{1}{2}$ — 52° gab Audehnung 0,1967,

von $12\frac{1}{2}$ — 78° — 0,3603

Dieß giebt die Ausdehnung für 5° nach dem

ersten Versuch — 0,02696
zweyten Versuch — 0,02750

zwar auch, aber doch ungleich weniger verschieden, als die durch den Elastizitätsmesser gefundenen Ausdehnungen. Um mich zu versichern, daß das in dem Elastizitätsmesser enthaltene Wasserstoffgas nicht mit atmosphärischer Luft vermischt sey, brachte ich es in einige kleinere Gefäße unter Wasser, es verband sich durch Schütteln nichts davon mit dem Wasser, unvermischt entzündete es sich ohne Explosion, und mit atmosphärischer Luft in dem gehörigen Verhältniß gemischt explodirte es. Das Wasserstoffgas war also noch rein und unverändert, ungeachtet es schon vor der Untersuchung mehrere Tage in dem Elastizitätsmesser nach dem zweyten Versuch eingeschlossen gestanden hatte. Es ist daher wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die durch den Elastizitätsmesser gefundene kleinere Ausdehnung des Wasserstoffgaßes der Verbindung des Wasserstoffes mit dem Quecksilber zuzuschreiben

ben sey. Die zweyte Classe von Versuchen giebt zwar die Ausdehnung des Wasserstoffgaßes etwas verschieden an, wenn man indessen das Mittel aus den zuletzt erwähnten Versuchen nimmt, so erhält man für die Ausdehnung von 5° der Wärme 0,02723 nur um 0,00027 von dem Resultat des letzten Versuchs verschiedan, welcher aus dem größten Unterschied der Temperatur hergeleitet worden ist, und welchen ich für den sichersten halte. Bedenke ich nun, daß die beiden Versuche sich auf verschiedene Produkte von Wasserstoffgas beziehen, von welchen ich (wenn ich gleich die Umstände so viel thunlich gleich zu machen suchte) doch nicht mit geometrischer Evidenz erweisen kann, daß sie vollkommen gleich rein, gleich trocken u. s. w. gewesen seyn, so werde ich auch hierdurch geneigt, die Ausdehnung des Wasserstoffgaßes von 0 — 80° für gleichförmig zu halten. Bleibt man bey der Voraussetzung stehen, so erhält man die Ausdehnung des Wasserstoffgaßes von 0 — 80° im Mittel 0,44568, nach dem letzten Versuch 0,4409.

Um ferner zu prüfen, ob meine oben geäußerte Muthmaßung über die durch den Elastizitätsmesser gefundene geringere Ausdehnung des Wasserstoffgaßes gegründet sey, änderte ich den Apparat zur Untersuchung der Elastizität folgendermaßen ab. Ich paßte auf die geaichte Apothekerflasche, deren ich mich zur Untersuchung der Ausdehnungen der Luftarten bediente, ein kleines an beiden Enden offnes heberförmiges Barometer (Fig. 3). Der längere Schenkel b c hatte ungefähr 12 Zoll Höhe, der kürzere halb so viel, das horizontale Querstück d e nur einige Zolle, und die Weite der Röhre im Lichten betrug 0,1 par. Zoll. Das eine Ende der Barometerröhre war in eine Spitze ausgezogen und durch einen Korkstropfen gesteckt, der die das Gas enthaltende Flasche verschloß. Das Gas wurde unter Quecksilber in die Flasche gefüllt,

 letztere

letztere umgewendet, und so schnell wie möglich durch das bereits mit Quecksilber bis d gefüllte Heberbarometer verschlossen. Aus den angegebenen Dimensionen des heberförmigen Barometers erhellet, daß die kleine in dem wagrechten Theil de eingeschlossene Portion von atmosphärischer Luft unmöglich einen merklichen Einfluß auf die Ausdehnung des in der Flasche enthaltenen Gaßes haben konnte, im Gegentheil brachte sie den Vortheil, das Gas von der unmittelbaren Berührung des in dem Heber enthaltenen Quecksilbers abzuschließen. Die Flasche wurde während dem Versuch so tief in das Gefäß A voll Wasser versenkt, daß sich die Verschließung der Flasche stets unter Wasser befand. Nachstehendes ist das Resultat eines auf diese Weise angestellten Versuches. Das Thermometer wurde in dem Wasser des Gefäßes A beobachtet.

Thermometer.	Quecksilberhöhe.	Unterschiede.
55°	5, 28 Zoll.	0, 74
50°	4, 54	0, 87
45°	3, 67	0, 72
40°	2, 95	0, 82
35°	2, 13	0, 76
30°	1, 37	0, 70
25°	0, 67	

Die Unterschiede sind zwar nicht gleich, aber doch so abwechselnd, daß man weder auf eine Zu- noch Abnahme mit Sicherheit schließen kann. Die Ungleichförmigkeit rühret wahrscheinlich von der Reibung des Quecksilbers am Glase her. Hierzu kommt noch, daß die Fehler im Beobachten sich bey dem Heberbarometer wegen der doppelten Beobachtung des Quecksilberstandes oben und unten leicht vermehren. Nimmt man die beiden äussersten Gränzen, so geben sie eine Vermehrung der Elastizität für 30° von 25—55° = 4,61 Zoll, also für

80°

80° 12,295 Zoll. Dies durch den Barometerstand zur Zeit der Beobachtung = 27″ 8‴ dividiret, giebt die mittlere Ausdehnung des Wasserstoffgaßes für 80° = 0,443, nahe übereinstimmend mit der aus den Versuchen über die unmittelbare Ausdehnung hergeleiteten Zahl. Dies bestärkt mich in der Vermuthung, daß man die Ausdehnung des Wasserstoffgaßes zwischen 0° — 80° der Wärme proportional setzen könne. Die specifische Elastizität des eingeschlossenen Wasserstoffgaßes entspricht aber nur alsdann der wirklichen Ausdehnung, wenn das Gas von allen Körpern entfernt ist, welche vermöge ihrer Verwandschaft zum Wasserstoff eine Zersetzung des Gaßes veranlassen können. Jedoch erhellet aus den vorstehenden Versuchen, daß bey einem durch Quecksilber gesperrten Wasserstoffgas der Unterschied zwischen der Vermehrung der specifischen Elastizität, und der Ausdehnung durch die Wärme nur bey einer Temperatur über 15° sehr merklich zu werden anfängt. Die mittlere Ausdehnung des Wasserstoffgaßes für 80° nach den beiden Versuchen, welche ich für die richtigsten halte, ist 0,4415 und übertrifft die Ausdehnung der atmosphärischen Luft um 0,0841.

Kohlensaures Gas.

Das Gas wurde aus pulverisirter Kreide und verdünnter Schwefelsäure entwickelt. Der Entbindungs-Apparat hatte dieselbe Einrichtung, wie der zur Entbindung des Wasserstoffgaßes gebrauchte, mit dem Unterschied, daß das zur Austrocknung des Gaßes dienende Zwischengefäß hier nicht mit einer Mischung von gebranntem Kalch und Laugensalz, sondern blos mit letzterm, das vorher über Kohlen getrocknet wurde, angefüllt war. Ich bediente mich zur Bestimmung der Zunahmen der Elastizität durch die Wärme des zuletzt erwähnten kleinen heberförmigen Barometers.

Erster Versuch.

Barometerstand 27 Zoll 10 Linien.

Thermometer.	Quecksilberhöhe.	Unterschiede.	
55°	5, 34		
50°	4, 88	0, 46	0, 98
45°	4, 36	0, 52	
40°	3, 80	0, 56	1, 24
35°	3, 12	0, 68	
30°	2, 43	0, 69	1, 36
25°	1, 76	0, 67	
20°	0, 99	0, 77	1, 53
15°	0, 23	0, 76	

Zweyter Versuch.

Barometerstand 27 Zoll 11 Linien.

Thermometer.	Quecksilberhöhe.	Unterschiede.	
55°	5, 14	0, 43	0, 99
50°	4, 71	0, 56	
45°	4, 15	0, 60	1, 21
40°	3, 55	0, 61	
35°	2, 94	0, 66	1, 36
30°	2, 28	0, 70	
25°	1, 58	0, 67	
20°	0, 91		1, 43
15°	0, 15	0, 76	

Es finden sich zwar in den Unterschieden der beiden Versuche einige Irregularitäten, aber im Ganzen sind sie mit den höhern Graden der Wärme abnehmend, wie leicht erhellet, wenn man nur die Unterschiede von 10 zu 10 Graden der Wärme mit einander vergleicht. Ich muß gestehen, daß ich durch das Resultat dieser beiden Versuche sehr überrascht war; denn ich vermuthete nichts weniger,

weniger, als bey diesem Apparat, wo ich alle Ursachen der Zersetzung der Luft entfernt zu haben glaubte, eine Verminderung des Wachsthums der Elastizitäten wahrzunehmen. Meine Verwunderung wuchs noch mehr, da mich die folgenden Versuche über die unmittelbaren Ausdehnungen des kohlensauren Gaßes belehrten, daß man die wirkliche Ausdehnung bey dem bloßen Druck der Atmosphäre wenigstens sehr nahe gleichförmig zwischen 0° — 80° annehmen könne. Da der Apparat zu diesen Versuchen stets der nämliche war, wie ich ihn oben bey dem Sauerstoffgas beschrieben habe, so setze ich blos die Resultate her.

1) Eine Temperaturerhöhung von $11\frac{1}{2}°$ — 78° gab die Ausdehnung = 0,3618.

2) Eine Temperaturerhöhung von 14° — 60° gab 0,2542 Ausdehnung. Hieraus fliesset

die Ausdehn. für 80 = 0,4352	} aus dem ersten	
für 5° = 0,0272	} Versuch.	
für 80° = 0,4421	} aus dem zweyten	
für 5° = 0,0276	} Versuch.	

Berechnet man aus dem Unterschied der Elastizitäten zwischen 15° und 20° Temperaturänderung = 0,76 Zoll die Ausdehnung, in dem man durch den Barometerstand dividiret, so findet man

für 5° — 0,02724
für 80° — 0,4352

sehr gut übereinstimmend mit dem ersten Versuch über die unmittelbare Ausdehnung. Hingegen giebt der mittlere Unterschied der Elastizität zwischen 45° — 55° = 0,985 eine Ausdehnung von

für 80° = 0,2833
für 5° = 0,0177

sehr

sehr beträchtlich geringer als die vorhin gefundene. Da ich selbst mißtrauisch gegen das Resultat meiner Versuche war, so wiederhohlte ich den Versuch über die Elastizität des eingeschlossenen kohlensauren Gaßes, nochmals mit aller möglichen Vorsicht.

Dritter Versuch.

Thermometer.	Quecksilberhöhe.	Unterschiede.	
55°	4, 82 Zoll.		
50°	4, 26	0, 56	1, 14
45°	3, 68	0, 58	
40°	3, 10	0, 58	
35°	2, 48	0, 62	1, 20
30°	1, 83	0, 65	
25°	1, 13	0, 70	1, 35
20°	0, 34	0, 79	
15°	−0, 47	0, 81	1, 60

Die einzelnen Resultate dieses Versuchs sind zwar etwas von denen der beiden ersten Versuche verschieden, aber im Ganzen bleibt doch immer dasselbe Gesetz: die Zunahme der specifischen Elastizität des eingeschlossenen Gaßes durch gleiche Unterschiede der Wärme sind mit der höhern Temperatur abnehmend. Um einigermaßen das Gesetz der Abnahme, so viel es die Verschiedenheit in den Resultaten der Versuche zulässet, zu bestimmen, so nehme ich aus den drey Versuchen die mittlern Unterschiede der Elastizität von 10 — 10 Graden der Wärme, sie sind

15° — 25° — 1, 52
25 — 35 — 1, 36 16
35 — 45 — 1, 22 14 zweite Unterschiede.
45 — 55 — 1, 04 18

Setze

Setzte man den mittlern zweyten Unterschied = 16 unveränderlich, so würden die Unterschiede der Elastizitäten

von	5	—	15	—	1, 68
	15	—	25	—	1, 52
	25	—	35	—	1, 36
	35	—	45	—	1, 20
	45	—	55	—	1, 04
	55	—	65	—	0, 88
	65	—	75	—	0, 72

oder die Vermehrung der Elastizität des eingeschlossenen kohlensauren Gaßes durch gleiche Grade der Wärme betrüge bey einem Barometerstand von 28 Zoll, um die Eiskälte mehr wie noch einmal so viel, als wenn die Temperatur schon bis zur Siedhitze angewachsen ist, indessen die wirkliche Ausdehnung desselben Gaßes durch die Wärme bey unveränderlichem Druck der Atmosphäre, wenigstens sehr nahe als gleichförmig zwischen der Temperatur des Eis- und Siedpuncts angenommen werden darf. Die Ursache dieses merkwürdigen Phänomens kann ich schlechterdings nicht einer Zersetzung des kohlensauren Gaßes durch die Berührung des Quecksilbers zuschreiben, denn, wie ich schon erwähnt habe, machte die Berührung zwischen dem Quecksilber und Gas bey meinem Apparat kaum einen physischen Punct aus, und die unmittelbare Berührung wurde noch durch einen kleinen Antheil atmosphärischer Luft in der Barometerröhre verhindert. Auch bemerkte ich nicht die mindeste Verkalchung auf der Oberfläche der Quecksilbersäule während dem Versuch. Um indessen über diesen Punct ganz sicher zu seyn, füllte ich eine Apothekerflasche über Quecksilber nur zur Hälfte mit kohlensaurem Gas an, schüttelte und erwärmte das in der Flasche enthaltene Quecksilber, und ließ die Flasche einen ganzen Tag umgekehret in einer Schaale voll Queck-

silber

silber stehen. Die Oberfläche des Quecksilbers war nach Verlauf dieser Zeit zwar etwas trübe geworden, indessen konnte ich doch noch keine beträchtliche Verminderung des Raumes der eingeschlossenen Luft wahrnehmen. Es bleibt daher für die Ursache der bemerkten Verminderung in den Zunahmen der Elastizität des eingeschlossenen kohlensauren Gaßes nichts übrig, als anzunehmen, das Gas sey blos durch den vermehrten Druck zersetzt worden, oder der vermehrte Druck selbst sey die Ursache der minderen Wirkung der Wärme auf die Vermehrung der Elastizität des eingeschlossenen Gaßes gewesen. Jedoch muß ich bemerken, daß eine beträchtliche Zersetzung des Gaßes durch den zunehmenden Druck nicht wohl statt gefunden haben kann, weil sich dieselbe durch einen verschiedenen Stand des Quecksilbers im heberförmigen Barometer vor und nach dem Versuch geäußert haben müßte. Auch werden die folgenden Versuche über die Stickluft zeigen, daß das bemerkte Phänomen dem kohlensauren Gas nicht allein eigen ist.

Stickgas.

Ich schied dieses Gas aus der atmosphärischen Luft, indem ich dieselbe in verschlossenen Gefäßen der Wirkung einer wässerigten Auflösung der Schwefelleber acht Tage hindurch aussetzte. Um mich zu versichern, daß der Sauerstoff durch die Wirkung der Schwefelleber aus der atmosphärischen Luft ganz ausgeschieden worden sey, prüfte ich einen kleinen Antheil des gasförmigen Rückstandes, den ich über Quecksilber sperrte, durch hinzugebrachten Phosphor. Der Phosphor dampfte zwar anfänglich darin, jedoch verlohr sich dasselbe bald, und nach Verlauf von einigen Tagen betrug die Verminderung des Raumes nur sehr wenig. Durch diese Probe von der Reinheit des erhaltenen Stickgaßes überzeugt, brachte

brachte ich es, nachdem ich es zuvor mit Kalchwasser ausgewaschen hatte, aus den gläsernen Gefäßen vermittelst des pnevmatischen Wasserapparats in eine von aussen befeuchtete Blase. Hierin wurde es mehrere Tage hindurch getrocknet, und hierauf durch ein mit Potasche und gebranntem Kalche gefülltes Zwischengefäs in die mit Quecksilber gefüllte Flaschen getrieben, worin die Ausdehnung des Gaßes bestimmt werden sollte.

Erster Versuch.

Ueber die Elastizität des eingeschlossenen Stickgaßes vermittelst des heberförmigen Barometers.

Thermometer.	Quecksilberhöhe.	Unterschiede.	
60°	3, 65 Zoll.	45	
55°	3, 20	48	93
50°	2, 72	54	1, 02
45°	2, 18	56	
40°	1, 62	51	1, 07
35°	1, 11	56	
30°	0, 55	55	1, 11
25°	0, 00		

Zweyter Versuch.

Mit demselben Apparat angestellt.

Thermometer.	Quecksilberhöhe.	Unterschiede.	
60°	3, 90	49	
55°	3, 41	50	0, 99
50°	2, 91	55	1, 05
45°	2, 36	55	
40°	1, 81	56	1, 11
35°	1, 25	58	
30°	0, 67	59	1, 17
25°	0, 08		

Der

Der Barometerstand war bey beiden Versuchen 27 Zoll. 9 Linien. Die Unterschiede des ersten Versuchs sind zwar etwas unregelmäßig, aber doch im Ganzen mit der höhern Temperatur abnehmend, welches Gesetz sich bey dem zweyten Versuch noch bestimmter darstellt. Da ich vermuthete, daß die Stickluft durch die Berührung des Quecksilbers keine merkliche Aenderung erleiden würde, so suchte ich das Gesetz der Vermehrung der Elastizität des Stickgaßes durch die Wärme, vermittelst des zuerst erwähnten Elastizitätsmessers Fig. 1. zu prüfen, weil ich bey diesem Instrument meinen Versuchen eine größere Ausdehnung geben konnte. Das Nachstehende enthält die Resultate dieses Versuchs.

Dritter Versuch.

Thermometer.	Quecksilberhöhe.	Unterschiede.	
65°	5,64	0,42	
60°	5,22	0,45	0,87
55°	4,77	0,51	0,96
50°	4,26	0,51	1,02
45°	3,75	0,51	1,04
40°	3,24	0,53	
35°	2,71	0,54	
30°	2,17	0,56	1,10
25°	1,61	0,57	
20°	1,04	0,57	1,14
15°	0,47	0,60	1,17
10°	-0,13		

Der Barometerstand war 27 Zoll 8 Linien. Um die Resultate dieses Versuchs mit den Resultaten der beiden vorhergehenden zu vergleichen, muß man den Quecksilberstand bey 25° von den höhern Ständen abziehen. Alsdann ergiebt sich, daß die Quecksilberhöhen des dritten

ten Versuchs nahe mit denen des ersten übereinstimmen, und die Unterschiede im dritten Versuch halten so ziemlich das Mittel zwischen den Unterschieden der beiden ersten Versuche. Ich lege daher die Resultate des dritten Versuchs bey der Vergleichung mit den unmittelbar gefundenen Ausdehnungen zum Grunde.

Erster Versuch, über die unmittelbare Ausdehnung des Stickgaßes. Eine Temperaturerhöhung von 20° — 60° gab die Ausdehnung 0,2408.

Zweyter Versuch. Eine Temperaturerhöhung von 12° — 78° gab die Ausdehnung 0.3949. Aus dem ersten Versuch findet sich die Ausdehnung

für 5° = 0,0301
80° = 0.4816

aus dem zweyten Versuch

für 5° = 0,02992
80° = 0,4787

Beide Versuche geben die Ausdehnung des Stickgaßes zwischen dem Eis- und Siedepunct sehr nahe gleichförmig, oder wenn man die Resultate der Versuche in aller Strenge für wahr nehmen will, etwas abnehmend in den höhern Temperaturen. Berechnet man die Ausdehnung des Stickgaßes aus den beobachteten Unterschieden der Elastizität zwischen 10°—15° und 60° — 65°, so findet sich die Ausdehnang für 5° aus dem ersten Unterschied = 0,0217, aus dem zweyten Unterschied = 0,01519. Beide kleiner als die unmittelbar gemessene Ausdehnung und beträchtlich mit der höhern Temperatur abnehmend. Hier findet sich also abermal eine Luftart, bey welcher die Vermehrung der Elastizität im eingeschlossenen Raum mit der wirklichen Ausdehnung beym bloßen Druck der Atmosphäre nicht übereinstimmt.

Da dieser Satz, oder wenigstens seine Begründung durch unmittelbare Thatsachen, neu ist, so verdienet er wohl die Aufmerksamkeit und fernere Prüfung der Naturforscher. Bey der atmosphärischen Luft habe ich nicht die mindeste Spur eines Unterschiedes zwischen dem Wachsthum der Elastizität, und der wirklichen Ausdehnung gefunden, und ich gründete hierauf meinen Vorschlag eines Luftpyrometers. Wenn ich indessen bedenke, daß meine Versuche über die Elastizität der atmosphärischen Luft, sich auf die Gränzen zwischen dem Eis- und Siedpunct des Wassers einschränken, so bleibt doch die Frage unentschieden, ob auch bey höhern Temperaturen die Elastizität mit der Ausdehnung der atmosphärischen Luft gleichen Schritt halte? Ich muß daher jetzt selbst Zweifel gegen die Anwendung des Elastizitätsmessers als Pyrometer erregen, so lange das Gesetz der Vermehrung der Elastizität der eingeschlossenen atmosphärischen Luft durch die Wärme bey hohen Graden der Temperatur noch nicht bestimmt ist. Der vorgeschlagene Apparat kann aber dazu dienen, dies Gesetz auszumachen, wenn man die durch die Wirkung des Metalles etwa entstehende Zersetzung der Luft gehörig in Anschlag bringt. Zum Beschluß dieses Aufsatzes stelle ich noch eine Vergleichung der von mir gefundenen Ausdehnungen der Gasarten mit den von Prieur Düvernois gefundenen Resultaten an. Ich lege dabey blos die aus den unmittelbaren Ausdehnungen hergeleiteten Bestimmungen zum Grunde, und setze den Raum bey der Eiskälte = 1,

	nach meinen Versuchen,	nach Prieur Düvernois.
Atmosphär. Luft.	Ausdehnung gleichförmig. von 0 — 80 0,3574	Ausdehnung von 0° — 20 = 0,0789 0° — 40 = 0,2570 0° — 60 = 0,6574 0° — 80° = 0,9368

Sauer-

	nach meinem Versuchen.	nach Prieur Duvernois.
Sauerstoff-gas.	Ausdehnung von	Ausdehnung von
	0°—80°=0,3213	0 —20°=0,0452
	gleichförmig	0 —40 =0,2483
		0 —60°=0,9018
		0 —80 =4,4767
Wasserstoff-gas.	Ausdehnung von	Ausdehnung von
	0° 60°=0,32355	0°—20°=0,0839
	0 —80°=0,4400	0 —40°=0,2283
	sehr nahe gleichförmig	0 —60 =0,3742
		0 —80 =0,3912
Kohlensaures Gas.	Ausdehnung von	Ausdehnung von
	0 —60°=0,3312	0,°—20°=0,1105
	0 —80°=0,4352	0,—40°=0,3066
	sehr nahe gleichförmig	0 —60°=0,7385
		0 —80°=1,0094
Stickgas.	Ausdehnung von	Ausdehnung von
	0 —60°=0,3612	0 —20°=0,0340
	0 —80°=0,4787	0 —40°=0,2186
	sehr nahe gleichförmig	0 —60°=0,7664
		0 —80°=0,9412

Die Abweichungen zwischen unsern Resultaten sind so groß, daß sie sich aus kleinen Anomalien, denen Versuche dieser Art immer unterworfen seyn werden, keinesweges erklären lassen; sondern eine oder die andere Classe von Beobachtungen muß durchaus fehlerhaft seyn. Es würde anmaßend scheinen, wenn ich in einer blos auf Thatsachen beruhenden Behauptung für mich entscheiden wollte. Ich kann also, bevor andere Naturforscher durch sorgfältig angestellte Versuche zwischen Herrn Prieur und mir werden entschieden haben, nichts thun, als mich auf schon bekannte Erfahrungen berufen. Ich habe bereits in meiner Abhandlung über die Ausdehnung der

atmosphärischen Luft den großen Einfluß gezeigt, welchen die Feuchtigkeit auf die Ausdehnung der Luft durch die Wärme hat, und bemerkt, daß Herr Prieur diesen Einfluß ganz ausser Acht gelassen hat. Hier will ich noch folgendes beyfügen: Wären Prieur's Bestimmungen der Ausdehnungen der Gasarten in völliger Schärfe wahr, so müßte ein nach Lambertischen Grundsätzen verfertigtes Luftthermometer, wobey die Ausdehnung der atmosphärischen Luft von $0^\circ - 80^\circ = 0,370$ gesetzt wird, nicht nur gleich anfangs ein äußerst fehlerhaftes Werkzeug seyn, sondern wenn durch eine lange Berührung der eingesperrten Luft mit dem Quecksilber des Gefäßes, die atmosphärische Luft gänzlich oder doch größtentheils sich in Stickgas verwandelt, müßte die Scale eines solchen Thermometers eine funfzehnfache Ausdehnung der anfänglichen vom Eis- bis zum Siedpunct erhalten. Dieses widerspricht aber aller Erfahrung.

Ich unternehme nicht zu bestimmen, woher die außerordentlich großen Ausdehnungen rühren, die Herr Prieur bey dem Stickgas und einigen andern Luftarten gefunden hat. Bloße, in der eingeschlossenen Luft enthaltene, Wasserdämpfe können sie nicht allein hervorgebracht haben. Wenn ich eine Muthmaßung darüber wagen darf, so ist es folgende. Herr Prieur hat die untersuchten Gasarten mittelst des pnevmatischen Wasserapparats aufgefangen, und sie alsdann erst in den mit Quecksilber gesperrten Kolben gebracht. Sollte hierbey eine kleine Portion Wasser mechanisch mit dem Gas in den Kolben geführet worden seyn, so würde sich durch die fortdauernde Verdampfung dieses Wassers die große Ausdehnung allerdings erklären. Was mich in dieser Muthmaßung bestärkt, ist der Umstand, daß Herr Prieur die großen Ausdehnungen blos um den Siedpunct herum gefunden hat.

Ich

Ich bin weit entfernt meine Versuche über die Ausdehnungen der Gasarten für höchst vollkommen auszugeben; ihre Abweichungen unter einander zeugen dagegen. Aber eben diese Abweichungen, welche ich bey aller angewendeten Vorsicht nicht ganz vermeiden konnte, und die ich bisher fast bey allen meinen Experimentaluntersuchungen gefunden habe, machen mich von Tag zu Tag mißtrauischer gegen Versuche, die gleich im Voraus als ganz vollkommene Wahrheiten ausgegeben werden, und ich halte es für gewagt, wenn große Calculatoren, sich auf wenige einseitige Thatsachen stützend, Gesetze entwickeln, welche die natürlichen Erscheinungen bis zu den kleinsten Abstufungen mit anscheinender geometrischer Evidenz darstellen sollen.

3.

Beschreibung einer Senkwaage (Gravimètre), zur Bestimmung des eigenthümlichen Gewichts fester und flüssiger Körper,

vom

Bürger Guyton*).

Seitdem die Chemie, bey der mehrern Genauigkeit, wozu sie gebracht ist, gezeigt hat, daß die Phänomene der hervorgebrachten oder getrennten Verbindungen nicht das Resultat verborgener Eigenschaften, sondern eine Störung eines bestimmtern Gleichgewichts durch bewegende Kräfte sind, die man dem Calcul zu unterwerfen hoffen kann, hat man auch das Bedürfniß gefühlt, die Genauigkeit in den Versuchen so weit zu treiben, daß man alle Umstände, welche jene Bewegung begünstigen oder hemmen können, in Anschlag bringen kann. Das eigenthümliche Gewicht gehört nothwendig mit zu diesen Gegenständen der Beobachtung, indem es dient, die Natur der Körper anzuzeigen, ihre Reinigkeit, ihren Aggregationszustand, die Abnahme oder Zunahme ihrer Dichtigkeit zu beurtheilen, welches alles auch unmittelbare Ursachen der Trennung oder Ruhe werden. Es ist also allerdings wichtig, die zur Bestimmung des eigenthümlichen

*) Annales de Chimie, T. XXI. S. 3. ff.

lichen Gewichts dienenden Werkzeuge zu vervollkommnen, und selbst ihren Gebrauch für diejenigen, welche sie mit Fertigkeit anwenden sollen, bequem zu machen.

Von allen bis jetzt vorgeschlagenen Senkwaagen ist die Fahrenheitische die zuverläßigste. Bekanntlich gründet sie sich auf Vergleichung der Gewichte bey einerley Volum. Die Senkwaagen mit Scalen, oder welche durch den Grad ihrer Einsenkung die Dichtigkeit der Flüssigkeiten messen, können zwar dienen, um in den Werkstätten eine für den Gegenstand hinreichende Annäherung zu verschaffen; aber, ohne die Ungleichheit der Röhren, die verdrüßliche Schwierigkeit, die Scale durch Beobachtung zu finden, die Ungewißheit zwischen den Intervallen der Abtheilungen, anzuführen, sind sie keiner Correction in Bezug auf die verschiedenen Temperaturen fähig, und dienen überhaupt nicht für den Physiker.

Diejenige Form, welche Nicholson vor einigen Jahren der Fahrenheitischen Senkwaage gegeben hat*), macht sie auch zur Bestimmung der Dichtigkeit fester Körper geschickt. Ihr Gebrauch ist gegenwärtig sehr ausgebreitet; sie giebt mit hinlänglicher Genauigkeit, bis zur fünften Decimalstelle, das Verhältniß des eigenthümlichen Gewichts gegen das zur Einheit angenommene des Wassers an; sie ist einer Correction in Ansehung der Veränderungen der Temperatur, der Unreinigkeit des Wassers, das man manchmal anzuwenden genöthiget ist, fähig, und es scheint nicht, daß man in dieser Hinsicht etwas besseres suchen dürfe.

Aber diese Senkwaage ist bis jetzt nur aus Metall verfertiget worden; und kann also weder für Salze, noch für Säuren dienen. Auch weiß man, daß Fahrenheitische

*) S. Journal der Phys. B. V. S. 502. G.

heitische Areometer für spirituöse, salzige, und saure Flüssigkeiten in der Größe, in der Form, in der Belastung verschieden seyn müssen; daß bey einigen die untere Belastung sich in größerer Entfernung von dem Körper der Waage befinden müsse, um die verticale Stellung zu erhalten; bey andern hingegen näher liegen müsse, um mit kleinen Volumen der Flüssigkeiten Versuche anstellen zu können. Einige müssen leicht genug seyn, um auch noch im Alkohol zu schwimmen: andere schwer genug, um sich auch in concentrirten Säuren tief genug einzutauchen; alle müssen ihrer Masse und ihren Dimensionen nach so beschaffen seyn, daß sie, mit den nöthigen Zulege-Gewichten auf der obern Schüssel belastet, nicht aus der verticalen Richtung kommen. Und so muß man wirklich mit mehrern dieser Senkwaagen versehen seyn, um allen Erfordernissen eine Genüge zu leisten.

Um einem Theile dieser Unbequemlichkeiten abzuhelfen, ist man auf eine schickliche Weise darauf gekommen, das Areometer sich in einem Hacken endigen zu lassen, woran man nach Willkühr mit Quecksilber gefüllte Glaskugeln hieng, welche solchergestalt Belastungen von verschiedenen Gewichten bildeten. Dies war indessen doch noch nicht zu jeglichem Gebrauch hinlänglich, und bey allen Instrumenten dieser Art, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, war man nicht darauf gefallen, den Punkt des Niveau's des Stiels für alle Belastungen gemeinschaftlich zu machen, so daß man bey der Aenderung der letztern auch den Glasfaden ändern mußte, der das Merkzeichen innerhalb der obern Röhre hat.

Ich hielt es für möglich, nach den Fahrenheitischen Grundsätzen, das Nicholsonsche Instrument aus Glas zu verfertigen, und vermittelst eines geringen Zusatzes seine Anwendung allgemeiner und bequemer zu machen, ohne seine Genauigkeit im geringsten zu vermindern.

mindern. Ich weiß recht gut, daß man mit Grund gegen Polychrest-Instrumente eingenommen ist, von welchen die mehresten zu gar nichts taugen, weil sie zu Allem taugen sollen; aber ich sahe auch ein, daß es ein wirklicher Vortheil für diejenigen, die sich mit Beobachtungen und Versuchen abgeben, seyn müsse, nur Eines Maaßes zu bedürfen, die Dichtigkeiten aller festen und liquiden Körper zu bestimmen. Dies war der Zweck, den ich vor Augen hatte, und man urtheile, ob ich ihn erreicht habe.

Dieses ganz von Glas ausgearbeitete Instrument hat eine cylindrische Form, weil sie das kleinste Volum der Flüssigkeiten erfordert, und die man deshalb vorziehen muß, wenn man nicht genöthigt ist, davon abzugehen, um die Stellung des Instruments in der verticalen Richtung zu erhalten.

Es hat, wie das Nicholsonsche, zwey Schüsseln, eine oben an dem Ende des dünnen Stängelchens, in dessen Mitte der fixe Punkt der Einsenkung bezeichnet ist; die andere untere, die sich in eine Spitze endigt, enthält die Belastung *), und ist durch zwey Arme mit dem Cylinder verbunden.

Der Cylinder hat 22 Millimeter **) zum Durchmesser, und 21 Centimeter ***) zur Länge. Er trägt auf der obern Schüssel ein constantes Auflegegewicht von 5 Grammen †). Man könnte die Dimensionen vergrößern, und es zur Ertragung eines weit größern Gewichts geschickt machen; man wird aber sehen, daß dies nicht nöthig ist.

 Ich

*) Mit Quecksilber. G.

**) $9\frac{3}{4}$ Linien paris. G.

***) 7,76 Zoll paris. G

†) 80,64 Gr. Nürnberg. Medic. Gew. G.

Ich füge noch ein Stück zu, das ich das Senkgewicht (Plongeur) nenne, weil es nur dazu dient, in die untere Schüssel gelegt, und folglich ganz in die Flüssigkeit versenkt zu werden. Es ist eine mit Quecksilber hinlänglich belastete Glaskugel, deren Totalgewicht gleich ist dem beständigen Auflegegewicht addirt zum Gewicht des Wasservolums, den dieses Stück verdrängt.

Man sieht leicht ein, daß, wenn dies Gewicht bey derselbigen Temperatur bestimmt worden ist, bey welcher man das Instrument regulirt hat, dieses sich immer bey einerley Punkt der Einsenkung erhalten muß, es sey mit dem Auflegewicht belastet, oder ohne dasselbe mit dem Senkgewichte.

Jetzt begreift man leicht, wie das Instrument für alle Fälle paßt.

Es dient 1) für feste Körper; denn es ist die Senkwaage von Nicholson, und davon nicht verschieden. Die einzige Bedingung dabey ist auch, daß das absolute Gewicht des zu prüfenden Körpers etwas kleiner sey, als das beständige Auflegegewicht, nämlich 5 Gramme.

2) Es dient für flüssige Körper, die ein geringeres eigenthümliches Gewicht haben, als Wasser. Das Instrument wiegt, ohne das Auflegewicht etwa 2 Dekagrammes*) bey den vorher angegebenen Dimensionen, (und es wäre leicht, sich streng innerhalb diesen Gränzen zu halten); man kann es also bis zu der Gränze brauchen, wo das eigenthümliche Gewicht der Flüssigkeit um $\frac{1}{5}$ kleiner ist, als das des Wassers, also bis zum hochrectificirten Alkohol, der sich bekanntlich darin zum Wasser verhält, wie 8 zu 10.

3) Es

*) 5 Qu. 22,56 Gr. Nürnberg. G.

3) Es dient für **Flüssigkeiten** von einem grössern eigenthümlichen Gewichte, als Wasser. Denn wenn statt des obern Auflegewichts unten das Senkgewicht (das etwa 6 Grammes*) wiegt) gelegt wird, so kann das Instrument in der obern Schüssel mehr als das Vierfache des gewöhnlichen Auflegewichts tragen, ohne das Gleichgewicht seiner Stellung zu verlieren, und folglich das Verhältniß der Dichtigkeit der concentrirtesten Säuren noch angeben.

4) Es hat mit der Nicholsonschen Senkwaage auch noch eine andere Eigenschaft gemein, nämlich statt Waage überhaupt zu dienen, um das absolute Gewicht der Körper zu finden, deren Masse das Auflegewicht nicht übersteigt.

5) Wenn das Wasser rein ist, worin man das Instrument versenkt, so zeigt dies die Grade seiner zu- oder abnehmenden Verdichtung bey der Aenderung der Temperatur an.

In Ansehung der Verfertigung des Instruments habe ich wenig anzuführen. Jeder Glasarbeiter, der es einmal gesehen hat, kann es leicht nachmachen. Blos das Senkgewicht erfordert einige Aufmerksamkeit, um die Einsenkung des Werkzeuges vollkommen gleich zu erhalten, es mag das Auflegegewicht tragen, oder es mag dies durchs Senkgewicht ersetzt seyn. Durch Uebung gelangt man dahin, diesen Punkt mit Sicherheit und Genauigkeit zu erreichen.

Die aus Glas geblasene und in eine feine Röhre auslaufende Kugel wird mit so viel Quecksilber gefüllt, daß sie nicht mehr im Wasser schwimmt, und die Mündung ihrer Röhre wird mit etwas Wachs verklebt. Man legt sie nun in die untere Schüssel der Senkwaage, und be-

*) $96\frac{3}{4}$ Gr. Nürnb. G.

belastet die obere Schüssel so weit, bis sich das Merkzeichen genau an der Wasserfläche befindet; die Summe der zugelegten Gewichte zeigt nun genau die Quantität des Quecksilbers, das man noch in die Kugel bringen muß, worauf man sie zuschmelzt, doch unter der Vorsicht, ihr Volum nicht zu ändern.

Das Instrument hat freylich die von seiner Materie abhängige Zerbrechlichkeit; man ist aber der salzigen und sauren Flüssigkeiten wegen genöthigt, sie zu wählen. Ich habe seit sechs Monaten bey der polytechnischen Schule häufig Gebrauch davon gemacht, aber nur einmal einen von den Armen der untern Schüssel zerbrochen.

Um den Transport des Werkzeuges für reisende Naturforscher zu erleichtern, dient ein Etui, worin das Werkzeug gegen Stoß und Druck sicher liegt, dessen Einrichtung am besten aus der Zeichnung deutlich wird.

Nachtrag.

Der häufige Gebrauch, den ich von der Senkwaage seit der Zeit gemacht habe, da ich die vorstehende Beschreibung dem National-Institute mittheilte, hat mir Gelegenheit verschafft, daran einige geringe Veränderungen anzubringen, die seine Verfertigung sehr vortheilhaft erleichtern, und die Zerbrechlichkeit eines seiner Haupttheile verhüten.

Dann schien es mir auch nützlich, dieser Abhandlung noch die Formel beyzufügen, durch deren Hülfe man mit der einmal gehörig regulirten Senkwaage vermittelst einer sehr einfachen Rechnung das spezifische Gewicht jedes Körpers aus dem Verhältniß seines Volums zu dem des destillirten Wassers, das die Temperatur von 12,5° des Decimal-Thermometers, und 757,7 Millimeter

meter*) Druck hat, zu finden, wenn man auch kein destillirtes Wasser, kein Thermometer, kein Barometer hat. Die Verwunderung, die ich manchmal wahrnahm, wenn ich das Problem so aufgab, ließ mich glauben, daß man die Auflösung hier gern sehen würde, die ich also noch mittheile, sonst aber in Ansehung derselben auf den Artikel Aréomètre des Dictionnaire de Chimie der Encyclopaedie méthodique verweise.

Ich füge ferner noch eine Erklärung der Figuren bey, die das Instrument, und das zu seinem Transport bestimmte Etui vorstellen.

Ich beschließe endlich diesen Nachtrag mit einigen Beyspielen von der Anwendung der Senkwaage auf Tafeln des spezifischen Gewichts.

Beschreibung des soliden Senkgewichts.

Die Bedingung, das Stück der Senkwaage, das ich das Senkgewicht (Plongeur) nenne, zuzuschmelzen, ohne sein Volum zu ändern, macht es nothwendig, es sehr dünne zu blasen; und daher kommt es öfters, daß es zerbricht, ohne einen Stoß von Außen zu erleiden, blos durch die Bewegung des darin eingeschlossenen Quecksilbers.

Dieser Unbequemlichkeit habe ich dadurch abgeholfen, daß ich statt der mit Quecksilber belasteten Glaskugel, eine kleine, solide, Glasmasse nehme, wie einen gläsernen Stöpsel, den man erst abschleift, um ihm die schickliche Gestalt zu geben, und nachher so viel verkleinert, daß, wenn er in die untere Schüssel der Senkwaage gelegt wird, diese beym Schwimmen in destillirtem Wasser von der bestimmten Temperatur und Pressung sich genau bis

*) 28 Zoll paris.

bis an das Merkzeichen des Stängelchens, also eben so tief eintauche, als wenn sie mit dem Auflegegewicht in der obern Schüssel belastet ist.

Man ist solchergestalt weit sicherer, den höchsten Grad der Genauigkeit zu erreichen, da sich hier alles auf den beym Justiren der Gewichte gewöhnlichen Handgriff bezieht.

Vom Gebrauch der Senkwaage, um das spezifische Gewicht eines Körpers zu finden, wenn man kein destillirtes Wasser, kein Thermometer und kein Barometer hat, und ohne eine Correction nöthig zu haben.

Die Senkwaage wird als gehörig regulirt vorausgesetzt. Es sey nun

x das gesuchte spezifische Gewicht.

b das nöthige Auflegewicht, damit die Senkwaage bis an das Merkzeichen in der unbekannten Flüssigkeit eintauche.

c das Gewicht, das mit dem Körper auf der oberen Schüssel die Eintauchung des Werkzeuges bis an das Merkzeichen bewirkt.

d das Zulegegewicht, wenn der Körper in der untern Schüssel liegt.

Π das spezifische Gewicht des destillirten Wassers bey der Temperatur von 12,5° des Decimal-Thermometers, und dem Drucke von 757,7 Millimeters (28 Z.) = 1.

Π′ das Gewicht des Wassers, worin man den Versuch anstellt.

Die

Die folgende Formel giebt die Auflösung des Problems:

$$x = \frac{(b - c)\,\Pi'}{d - c}$$

Man suche erst den Werth von Π', der größer ist als die Einheit, wenn das angewandte Wasser schwerer ist, als das destillirte Π, im entgegengesetzten Falle aber ein Bruch von der Einheit ist. Wenn

P das Gewicht der Senkwaage ohne das Zulegegewicht ausdrückt;

V das beständige Volum ihres eingetauchten Theiles;

a das constante Zulegegewicht, oder dasjenige, welches die Einsenkung der Waage im destillirten Wasser Π bis ans Merkzeichen bewirkt;

so ist $P + a = V\Pi$, und $V = \frac{P + a}{\Pi}$

Auf der andern Seite drückt b das Gewicht aus, das größer oder kleiner als a, ihm substituirt werden muß, damit die Einsenkung in einer andern Flüssigkeit eben so tief erfolge, als im destillirten Wasser Π; man hat also

$$\Pi' = \frac{P + b}{V} = \frac{P + b}{P + a}$$

Wenn der Werth von Π' gefunden ist, so ist alles bekannt, und man hat weiter nichts nöthig, als ihn in der ersten Formel zu substituiren.

Ich halte mich überzeugt, daß die Physiker die Vortheile dieser Methode einsehen werden. Sie überhebt sie des Bedürfnisses des destillirten Wassers. Hatte man aber dasselbe zu seiner Disposition, so mußte man die ziemlich seltenen Augenblicke ausspähen, wo es sich in den bestimmten Bedingungen der Temperatur und des

Druckes

Druckes befand; man war oft genöthigt, es künstlicher weise dahin zu bringen, und die solchergestalt hervorgebrachte Temperatur war dann während der Dauer der Operation Veränderungen unterworfen. Alle diese Schwierigkeiten werden nun gehoben; ja, wenn ich auch destillirtes Wasser bey der Hand habe, so ziehe ich, besonders im Sommer, doch ein solches vor, das etwas von einem Neutralsalze enthält. Zwey Gründe rechtfertigen diesen Vorzug. 1) Es ist mir bequemer einige Gewichtstheilchen zum constanten Zulegegewicht hinzuzuthun, als ein neues durch eine geringere Summe seiner Gewichtstheile zusammenzusetzen; 2) Wenn man ein Liquidum von der Temperatur der umgebenden Luft nimmt, so ist diese offenbar gleichförmiger und minder schnellen Veränderungen unterworfen; beides sind aber die günstigen Umstände zur Erreichung eines sichern Resultats der Operation.

Erklärung der Figuren.

(Taf. II.)

Fig. 1. Die Senkwaage.

a) Die untere Schüssel (der Eimer).

b) Die obere Schüssel.

c) Das Merkzeichen, auf einem Glasfaden im Innern des Stängelchens.

Fig. 2. Das Senkgewicht (Plongeur), das in die untere Schüssel gelegt wird, bey Flüssigkeiten, die schwerer sind, als das Wasser.

Fig. 3. Die Senkwaage in dem mit Wasser gefüllten Cylinder schwimmend, und bis an das Merkzeichen c vermittelst des constanten Zulegegewichts d eingetaucht.

An-

Anmerk. Man muß einen Cylinder von der Höhe wählen, daß das Werkzeug bis an das Merkzeichen, und etwas darüber sich erhalten könne, ohne daß die untere Fläche der obern Schüssel bis zur Berührung der Wasserfläche hinab reichen könne.

Fig. 4. Die Senkwaage in ihrem Etui.

A, der cylindrische Theil des Instruments, der in einer Furche des Etuis liegt, sich oben an die Wände bey ee anlehnt, die das Stängelchen zwischen sich durchgehen lassen, in der Mitte durch den beweglichen messingenen Arm f festgehalten, und unten durch ein Korkstück g, das sich gegen die feste Leiste h stützt, in die Höhe gedrückt wird

i, ein Backenstück mit einer Vertiefung und einer Druckschraube, um dem Theile, der die Belastung trägt, Unterstützung zu geben, damit die durch das eingeschlossene Quecksilber etwa entstehende Bewegung die Arme des Eymers nicht zerbrechen.

k, das Senkgewicht in seiner passenden Höhlung.

l, das constante Auflegegewicht in einer hinlänglich langen Vertiefung, um es bequem herausnehmen zu können.

m, die innere Fläche des Deckels des Etuis, in n ausgehöhlt, um ohne Reiben den hervorstehenden Theil der obern Schüssel aufnehmen zu können. Ein inwendig auf dem Deckel geklebtes Papier zeigt das Gewicht des Werkzeuges mit dem Senkgewicht, und ohne das Senkgewicht, und die Volumina des Wassers, die es in beiden Fällen aus der Stelle treibt, an; denn dies genau zu wissen, ist oft nothwendig.

Von der Nützlichkeit der Senkwaage in Beziehung auf Tabellen der spezifischen Gewichte.

Man hat oft, sowohl bey physikalischen Untersuchungen, als im Handel, nöthig, das Verhältniß der Ingredienzen eines Gemisches zweyer Flüssigkeiten oder einer Vermischung zweyer Metalle zu bestimmen; und um diese Operation leicht und sicher zu machen, verband man damit seit einiger Zeit den Gebrauch von Tabellen, die auf Beobachtungen gegründet sind, mit dem von einem Instrument, das auf der Stelle das Verhältniß der Dichtigkeit, wenigstens bis auf die dritte Decimalstelle angeben konnte.

Die Senkwaage erfüllt diesen Zweck vollkommen. Um besser davon urtheilen zu können, will ich die Anwendung davon auf das Gemisch von Alcohol und Wasser, und die Legirung des Zinnes mit Bley machen; weil man am öftersten ein Interesse hat, diese beiden Zusammensetzungen in jener Hinsicht zu prüfen.

Tabelle über die eigenthümlichen Gewichte der Gemische aus Alcohol und Wasser bey verschiedenen Verhältnissen beider Flüssigkeiten, in der Temperatur von 60° Fahrenh., oder 12,44° R. oder 15,55° des Decimalthermometers.

Anmerk. Ich stelle in dieser Tabelle die vom Bürger Chaussier in den Mémoires des B. Gouvnain, beym Artikel Alkool (Pharmacie) der Encyclopaedie methodique, und die von Herrn Gilpin nach Grens neuem Journ. der Phys. Th. III. S. 128, zusammen *).

Hundert

*) Noch verdient eine andere, von Herrn Lowitz in Crells chem. Annalen 1796. B. 1. S. 202. ff. bekannt gemachte

Hundert Theile des Gemisches enthalten an	Spezifische Gewichte.	
	nach Chaussier.	nach Gilpin.
Alcohol — 100	0, 7980	0, 825
95	0, 8165	0, 8405
90	0, 8340	0, 8543
85	0, 8485	0, 8673
80	0, 8620	0, 8795
75	0, 87525	0, 8912
70	0, 8880	0, 9023
65	0, 9005	0, 9128
60	0, 9120	0, 9229
55	0, 9230	0, 9323
50	0, 9334	0, 9413
45	0, 94265	0, 9492
40	0, 9514	0, 9564
35	0, 95865	0, 9625
30	0, 96535	0, 9679
25	0, 97035	0, 9727
20	0, 97605	0, 9774
15	0, 9815	0, 9822
10	0, 9866	0, 9873
5	0, 99335	0, 9930
0	0, 99835	1, 0000

Man wird sich nicht über die Unterschiede zwischen beiden Angaben wundern, wenn man erwägt, daß der Alkohol, der bey den Beobachtungen nach Chaussier gebraucht wurde, zu einem höhern Grade der Entwässerung gebracht war; denn sein spezifisches Gewicht betrug nun 0,798 bey derselbigen Temperatur, bey welcher der vom Herrn Gilpin gebrauchte nur von 0,825 war.

 Aber

machte und von mir in meinen Grundriß der Naturlehre (dritte Ausg. Halle 1797. S. 256. ff.) aufgenommene Tabelle hier eine Anzeige. Das eigenthümliche Gewicht des reinsten Alcohols von 68° Fahrenh. ist darin nur 0,791 gesetzt, und nach Herrn L. nicht höher anzunehmen. G.

Aber man hat Mühe, sich zu überzeugen, daß dieser Unterschied einen eben so beträchtlichen in der Zusammenziehung des Volums des Gemisches bewirkt habe; denn das von Herrn Gilpin bey gleichen Theilen Wasser und Alcohol angegebene ist 0,025, da hingegen dasselbe nach der Tabelle von Chaussier 0,0454 beträgt.

Tabelle über das spezifische Gewicht der Mischungen aus Zinn und Bley in verschiedenen Verhältnissen.

Ich habe mich zu dieser Tabelle der von Bergenstierna in den Abhandlungen der Academie zu Stockholm vom Jahr 1780 bekannt gemachten, und auch von Herrn Gren in seinem Handbuche der Chemie (§. 3195) abgedruckten, Beobachtungen bedient. Weil aber daselbst alle Verhältnisse nur durch Veränderungen des absoluten Gewichts bey gleichem Volume ausgedrückt, und fremde Gewichte gebraucht sind, so war ich genöthigt, den Ausdruck zu ändern, und ihn auf die einfachere und gewöhnlichere Vergleichung mit destillirtem Wasser zurückzuführen.

Ich habe in jeder fünften Reihe das mathematische oder durch Rechnung gefundene eigenthümliche Gewicht angegeben, um die Veränderungen des Volums bey diesen Verbindungen bemerklich zu machen, die zu dem besondern Fall gehören, daß die Dichtigkeit dabey abnimmt, statt zu wachsen.

Das eigenthümliche Gewicht des reinen Bleyes verhält sich zu dem des Wassers, wie 11,1603 zu 1; das des Zinnes, wie 7,2914 zu 1.

Gewichts

Gewichtstheile. des Zinnes	des Bleyes.	Mathematisches spezif. Gewicht.	Wirkliches spezif. Gewicht.
99	1	7, 2300	7, 3252
98	2		7, 3552
97	3		7, 3871
96	4		7, 4189
95	5	7, 4848	7, 4508
94	6		7, 4828
93	7		7, 5146
92	8		7, 5511
91	9		7, 5835
90	10	7, 6782	7, 6149
89	11		7, 6468
88	12		7, 6787
87	13		7, 7106
86	14		7, 7425
85	15	7, 8717	7, 7744
84	16		7, 8063
83	17		7, 8382
82	18		7, 8701
81	19		7, 9020
80	20	8, 0652	7, 9339
79	21		7, 9658
78	22		7, 9977
77	23		8, 0296
76	24		8, 0615
75	25	8, 2586	8, 0934
74	26		8, 1253
73	27		8, 1572
72	28		8, 1891
71	29		8, 2210
70	30	8, 4520	8, 2529
69	31		8, 2848
68	32		8, 3167
67	33		8, 3486

Gewichtstheile. des Zinnes.	Gewichtstheile. des Bleyes.	Mathematisches spezif. Gewicht.	Wirkliches spezif. Gewicht.
66	34		8, 3828
65	35	8, 6455	8, 4170
64	36		8, 4511
63	37		8, 4853
62	38		8, 5195
61	39		8, 5537
60	40	8, 8397	8, 5879
59	41		8, 6228
58	42		8, 6562
57	43		8, 6904
56	44		8, 7246
55	45	9, 0333	8, 7588
54	46		8, 7929
53	47		8, 8271
52	48		8, 8613
51	49		8, 8955
50	50	9, 2258	8, 9319
49	51		8, 9729
48	52		9, 0189
47	53		9, 0550
46	54		9, 0960
45	55	9, 4203	9, 1373
44	56		9, 1552
43	57		9, 2190
42	58		9, 2600
41	59		9, 3033
40	60	9, 6139	9, 3466
39	61		9, 3727
38	62		9, 4355
37	63		9, 4788
36	64		9, 5221
35	65	9, 8074	9, 5676
34	66		9, 6132

Gewichtstheil. des Zinnes.	des Bleyes.	Mathematisches spezif. Gewicht.	Wirkliches spezif Gewicht.
33	67		9, 6565
32	68		9, 7021
31	69		9, 7454
30	70	10, 0010	9, 7887
29	71		9, 8297
28	72		9. 8730
27	73		9, 9163
26	74		9, 9573
25	75	10, 1945	9, 9983
24	76		10, 0416
23	77		10, 0871
22	78		10, 1350
21	79		10, 1806
20	80	10, 3881	10, 2261
19	81		10, 2717
18	82		10, 3173
17	83		10, 3629
16	84		10, 4084
15	85	10, 5799	10, 4586
14	86		10. 5062
13	87		10, 5543
12	88		10, 6021
11	89		10, 6500
10	90	10, 7734	10, 7001
9	91		10, 7479
8	92		10, 7958
7	93		10, 8414
6	94		10, 8869
5	95	10, 9668	10, 9354
4	96		10, 9781
3	97		11, 0236
2	98		11, 0692
1	99	11, 1216	11, 1148



3.

Versuche und Beobachtungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüssigkeiten; ferner über ein merkwürdiges Gesetz bey der Verdichtung des Wassers durch Kälte, wenn es nahe an der Temperatur des Gefrierens ist; und die bewundernswürdigen Wirkungen, welche dadurch in der Oeconomie der Natur hervorgebracht werden, nebst Muthmaßungen, über die Endursach der Salzigkeit des Meerwassers;

vom

Herrn Grafen Rumford*).

Erstes Kapitel.

Inhalt.

Gefahr bey Zulassung angenommener Meinungen in physikalischen Untersuchungen, ohne sie vorher zu prüfen. — Der freye Durchgang der Wärme durch alle Körper, nach allen Richtungen, ist noch nie in Frage genommen worden. — Dennoch durchdringt die Wärme auf diese Art nicht alle Körper ohne Ausnahme. — Luft, Wasser und wahrscheinlich alle übrigen

*) Count Rumford's experimental Essays, political, economical and philosophical. Essay VII. Lond. 1797. 8.

übrigen flüssigen Körper sind in der That, Nicht-Leiter der Wärme. Zufällige Entdeckungen, welche zu einer Experimental-Untersuchung über diesen wissenswürdigen Gegenstand leiteten. — Die innere Bewegung der Theile des flüssigen Körpers wird sichtbar gemacht. — Alles was der innern Bewegung der Theile des flüssigen Körpers hinderlich ist, hindert und verzögert auch die Fortpflanzung der Wärme in demselben. — Man hat also Grund zu schließen, daß sich die Fortpflanzung der Wärme, blos nach diesen Bewegungen richtet; — daß sie durch diese Bewegungen fortgepflanzt wird, — nicht aber durch den flüssigen Körper selbst dringt. — Pelzwerk, Federn und alle ähnliche Substanzen, welche der Luft eine warmhaltende Hülle gewähren, haben dieselbe Wirkung im Wasser. — Diese Wirkungen werden in beiden Flüssigkeiten wahrscheinlich auf dieselbe Weise hervorgebracht, dadurch, daß bey der Operation des Ueberganges der Wärme die Bewegung ihrer Theile gehindert wird. — Die wärme-leitende Kraft des Wassers wird merklich geändert, wenn man es mit Materien mischt, die es klebrig machen und seine Flüssigkeit vermindern. — Diese Entdeckungen über die Fortpflanzungsart der Wärme im Wasser, werfen ein großes Licht auf verschiedene sehr interessante Operationen in der Oeconomie der Natur. — Sie setzen uns in Stand, auf eine genugthuende Art, die Erhaltung der Bäume und andrer Pflanzen, so wie der Früchte, während des Winters in kalten Climaten zu erklären.

Bey physikalischen Untersuchungen ist gewiß nichts schädlicher, als etwas, so unverdächtig es auch erscheinen mag, für ausgemacht anzunehmen, ehe es durch einen directen und entscheidenden Versuch geprüft ist.

Schon öfters hatte ich im Verlauf meiner physikalischen Untersuchungen Gelegenheit, die Folgen meiner Unachtsamkeit in Ansehung dieser so nöthigen Vorsicht zu beklagen.

Keine Erscheinung haben wir vielleicht so oft Gelegenheit zu beobachten, als die Fortpflanzung der Wärme.

 Die

Die Veränderungen der Temperaturen der sinnlichen Gegenstände, der festen, tropfbar- — und elastisch-flüssigen Stoffe gehen beständig vor unsern Augen vor; und es giebt keine Thatsache, welche weniger bezweifelt würde, als der freye Durchgang der Wärme, nach allen Richtungen, durch alle Arten von Körpern. So richtig indeß auch dieser Schluß, aus allen dem was wir im gemeinen Leben beobachten und erfahren, zu fließen scheinen mag, so ist er dennoch nicht wahr. Gerade der irrigen Meinung bey dieser Sache, die allgemein bey Gelehrten und Ungelehrten herrscht, und wie ich glaube, nie bezweifelt worden ist, muß man die geringen Fortschritte in der Kenntniß der Wärme zuschreiben: einer Kenntniß, die für das menschliche Geschlecht gewiß von der größten Wichtigkeit ist.

Auch ich begann unter Einfluß dieser Meynung, schon seit mehrern Jahren meine Versuche über die Wärme; und wäre meine Aufmerksamkeit nicht mit unwiderstehlicher Gewalt durch eine zufällige Entdeckung auf diesen Gegenstand geleitet und fixirt worden, so würde ich wahrscheinlich nie an dem freyen Durchgange der Wärme durch die Luft gezweifelt haben. Ja sogar, nachdem ich durch Versuche die mir völlig entscheidend schienen, Ursache zu schließen hatte, daß die Luft ein Nichtleiter der Wärme sey, oder daß die Wärme sie nicht durchdringen könne, ohne durch ihre Theilchen fortgeführt zu werden, die in diesem Prozesse ganz individuel und von einander unabhängig wirken: so war ich demohngeachtet noch weit entfernt, diesen Gegenstand weiter zu verfolgen, und durch Versuche über die Art, wie die Wärme auch in andern Körpern sich mittheilt, auszumitteln, und noch nicht aufmerksam genug gemacht, die Möglichkeit zu argwohnen, daß diese Eigenschaft sich wohl noch weiter als auf elastische Flüssigkeiten erstrecke.

In

In Absicht der liquiden Körper war ich so fest überzeugt, die Wärme könne frey, nach allen Richtungen, durch sie gehen, daß ich durch dieses Vorurtheil durchaus geblendet und unfähig war, die überzeugendsten und offenbarsten Beweise der Trüglichkeit dieser Meinung einzusehen.

Schon in einer meiner letzten Schriften (Essay VI on the Management of fire and the Economy of Fuel) gab ich Nachricht, wie ich auf die Erfahrung geleitet wurde, daß Dampf und Flamme Nicht-Leiter der Wärme sind. Jetzt werde ich dem Publikum über eine Reihe von Experimenten, die ich kürzlich angestellt habe, und welche zeigen, daß Wasser — und wahrscheinlich alle liquiden Körper — und Fluida aller Art, dieselbe Eigenschaft besitzen, Rechenschaft geben. Dies heißt soviel, obgleich die Theile jedes Fluidums individuel, von andern Körpern Wärme annehmen oder ihnen mittheilen können: so ist doch unter diesen Theilen selbst aller Wechsel und alle Mittheilung der Wärme schlechdderdings unmöglich. Vielleicht ist es nicht ganz uninteressant, die verschiedenen Schritte zu kennen, durch welche ich zu der Experimental-Untersuchung dieses bewundernswürdigen Gegenstandes gelangte.

Bey Tische hatte ich öfters bemerkt, daß gewisse Gerichte weit längere Zeit ihre Hitze behielten, als andere; und daß Aepfel-Pasten, und Aepfel mit Mandeln gemengt (ein Lieblings-Gericht in England) außerordentlich lange heiß blieben.

Zu der großen Verwunderung über diese ausserordentliche Eigenschaft, die Wärme so lange Zeit zurückzuhalten, wurde mir oft Veranlassung gegeben. Nie verbrannte ich mir meinen Mund oder sah Andere in derselben unangenehmen Lage, ohne darnach zu streben, irgend

gend einen hinreichenden Grund für diese besondere Erscheinung zu finden; aber immer vergebens.

Ohngefähr vor vier Jahren, weckte ein ähnlicher Zufall meine Aufmerksamkeit und reitzte meine Neugier noch mehr. Ich war mit einem Experiment in einer Stube, die durch einen eisernen Ofen geheitzt wurde, beschäftigt; mein Mittagsessen, das in einer Schüssel voll dicker Reissuppe bestand, wurde in die Stube gebracht; und da ich noch zu sehr beschäftigt war, um sie sogleich essen zu können, so befahl ich, damit sie nicht kalt würde, sie auf den Ofen zu setzen. Etwa eine Stunde darauf, so viel ich mich erinnern kann, wurde ich hungrig; ich sah mein Essen auf dem Ofen, gieng hinzu und nahm einen Löffel voll Suppe, die ich beynahe ganz kalt und dick fand. Als ich zum zweytenmale den Löffel von ohngefähr tiefer tauchte, so verbrannte mir dieser zweyte den Mund *). Dieser Zufall erinnerte mich sehr lebhaft an die heissen Aepfel und Mandeln, mit denen ich mir etwa ein Dutzend Jahre vorher in England so oft meinen Mund verbrannt hatte. Aber auch dies, so sehr es mich in Erstaunen setzte, war noch nicht hinreichend, mir die Augen zu öffnen, und mein Vorurtheil in Absicht der wärme-leitenden Kraft des Wassers aufzugeben.

Als ich mich zu Anfang des Jahres 1794 in Neapel aufhielt, mußte ich unter den vielen Naturschönheiten, die meine Aufmerksamkeit auf sich zogen, vorzüglich die äußerst interessanten Erscheinungen in den heißen Bädern von Baja bewundern, und unter mehrern andern setzte mich besonders folgende in Erstaunen. Ich stand am Seestrande, nahe bey den Bädern, wo der heiße Dampf

*) Es ist wahrscheinlich, daß der Ofen beynahe ganz kalt war als die Schüssel darauf gesetzt wurde, und daß auch die Suppe schon fast ganz abgekühlt war; daß aber der Ofen von neuem geheizt wurde, und die Hitze plötzlich zunahm.

Dampf aus jedem Risse im Felsen und sogar aus dem Boden drang. Ich war neugierig, meine Hand in das Wasser zu halten. Da die Wellen der See ununterbrochen auf einander folgten und sich über dem Strande selbst brachen, so war es mir nicht unerwartet, das Wasser kalt zu finden. Desto größer war mein Erstaunen, als ich mit der Hand durch das Wasser hindurch in den Sand griff, und diesen so heiß fand, daß ich sie augenblicklich zurückziehen mußte. Der Sand war durchaus naß, und demohngeachtet war die Temperatur in einem Zwischenraume von zwey bis drey Zoll so groß! Dieß konnte ich nicht mit der großen wärme-leitenden Kraft des Wassers vereinigen. Ja ich fand sogar, daß die Oberfläche des Sandes allem Anschein nach oben so war, als das darüber hinströmende Wasser, und das vermehrte noch meine Verwunderung. Damals zweifelte ich zum erstenmale an der wärme-leitenden Kraft des Wassers und beschloß Versuche anzustellen, um diese Vermuthung zu bestätigen. Dennoch verschob ich die Ausführung meines Vorsatzes, bis etwa vor einem Monat; vielleicht wäre ich aber nie dazu gekommen, hätte nicht eine neue ganz unerwartete Erscheinung meine Aufmerksamkeit wieder darauf geleitet, und von neuem meine volle Neugier erregt.

Bey einer Reihe von Versuchen über die Mittheilung der Wärme, wobey ich Gelegenheit hatte, Thermometer von ungewöhnlichen Breiten der Grade zu brauchen — (ihre Kugeln hatten über einen Zoll im Durchmesser), die mit verschiedenen liquiden Stoffen gefüllt waren, hatte ich eines, das Weingeist enthielt, in eine so starke Hitze, als es ertragen konnte, gestellt. Ich brachte es, um es abzukühlen, in ein Fenster, wohin gerade die Sonne schien. Als ich nun auf die Röhre hinsah, die ganz blos da stand, (denn die Grade

der

der Scale waren ins Glas mit dem Diamant eingeschnitten,) so beobachtete ich eine Erscheinung, die mich Wunder nahm, und mir zugleich höchst interessant war. Ich sah die ganze liquide Masse in der Röhre in einer sehr schnellen Bewegung, nach entgegengesetzten Richtungen, zugleicher Zeit hinauf und herunter. Die kupferne Kugel des Thermometers war zwey Jahre vorher gearbeitet worden, ehe ich Muße hatte, die Versuche zu machen. Sie hatte leer gestanden und war nicht verstopft gewesen; einige Staubtheilchen, die sich darin angesetzt hatten, waren innig mit dem Weingeist vermengt, und wurden jetzt durch den Glanz der Sonnenstrahlen vollkommen sichtbar, (so wie die Staubtheilchen in einer dunkeln Stube, wenn sie von der Sonne durch ein Loch beschienen werden, sichtbar werden); und ihre Bewegung entdeckte mir die heftige Bewegung des Weingeistes in der Röhre des Thermometers. Diese Röhre, deren innerer Durchmesser $\frac{4\frac{1}{2}}{100}$ Zoll, und die sehr dünn ist, besteht aus sehr durchsichtigem farbenlosen Glase; dies machte die Erscheinung rein, deutlich und äußerst schön. Da ich die Bewegung des Weingeistes mit einem Linsenglas näher betrachtete, so fand ich, daß der aufsteigende Strom die Achse der Röhre einnahm; der heruntergehende aber längst der Wand war.

Als ich die Röhre etwas neigte, bewegte sich der aufsteigende Strom außer der Achse und gieng längst der obern Wand der Röhre, indeß der herabsteigende Strom die ganze untere Seite der Röhre einnahm.

Da die Abkühlung des Weingeistes in der Röhre durch Eiswasser, womit ich sie benetzte, beschleunigt wurde, so wurde auch die Geschwindigkeit sowohl des auf- als des herabsteigenden Stromes merklich beschleunigt. Die Geschwindigkeit beider Ströme nahm allmählig ab, so wie das Thermometer sich abkühlte; und als

es

es ohngefähr die Temperatur der Stubenluft hatte, so hörte die Bewegung gänzlich auf.

Wenn man die Kugel des Thermometers mit Pelz oder einer andern warmhaltenden Bedeckung umhüllte, so würde die Bewegung beträchtlich länger dauern.

Ich wiederholte diesen Versuch mit einem ähnlichen Thermometer von denselben Dimensionen, mit Leinöhl gefüllt, und die Erscheinungen waren dieselbigen, als ich es zum Abkühlen in das Fenster setzte. Die Richtungen der Ströme, und die Stellen, die sie in der Röhre einnahmen, waren dieselben; dem Anschein nach war ihre Bewegung eben so schnell, als in dem mit Weingeist gefüllten Thermometer. Ich konnte jetzt nicht länger in Ansehung der Ursach dieser Erscheinungen in Zweifel seyn, da ich überzeugt war, daß die Bewegung in diesen Liquidis durch diejenigen ihrer Theilchen veranlaßt wurde, die individuel und nach einander (in succession) ihre Wärme an die kalte Seitenwand der Röhre auf dieselbe Art, wie ich an einem andern Orte von der Luft gezeigt habe, ihre Wärme an andere Körper absetzen. Ich wurde hierdurch auf den Schluß geleitet, daß diese und wahrscheinlich alle andere Liquida, in der That Nichtleiter der Wärme sind, und ich entschloß mich unmittelbar durch Versuche, die Sache außer allem Zweifel zu setzen.

Als ich aufmerksam über diesen Gegenstand nachdachte, so schien es mir, daß, wenn die Liquida in der That Nicht-Leiter der Wärme sind, oder wenn die Wärme nur zufolge der innern Bewegung ihrer Theilchen sich darin fortpflanzt, alles, was die Bewegung zu hindern strebt, auch die Operation selbst verzögern, und die Fortpflanzung der Wärme langsamer und schwieriger machen müsse. Ich hatte gefunden, daß dieses wirk-

wirklich der Fall bey der Luft war, und ob ich gleich, (bey dem Einflusse eines harten und tiefeingewurzelten Vorurtheils) aus dem Resultat eines noch unvollkommnen Versuches, zu schnell geschlossen hatte, daß es in Ansehung des Wassers nicht statt hätte; so fand ich dennoch jetzt Gründe, dieses Resultat zu bezweifeln und diesem Gegenstande eine recht sorgfältige und vollständige Untersuchung zu widmen.

Ich glaubte, daß es bey dieser Untersuchung am besten seyn würde, eine ähnliche Methode zu befolgen, als ich bey meinen Versuchen über die wärme-leitende Kraft der Luft schon angewandt hatte; und ich richtete mir zu diesem Zwecke einen schicklichen Apparat vor. Das erste, was ich zu entdecken wünschte, war zu wissen, ob die Fortpflanzung der Wärme durch Wasser gehemmt werde oder nicht, wenn man die innere durch Wechsel der Temperatur verursachte Bewegung der Theile des Wassers hindere und erschwere. Ich lies zu diesem Zwecke eine gewisse Quantität von Wärme durch eine bestimmte Quantität reines Wasser, das in einen gewissen Raum eingeschlossen war, hindurch gehen, und bemerkte die zu dieser Operation verflossene Zeit; ich wiederholte den Versuch mit dem nemlichen Apparat, nur mit dem Unterschied, daß jetzt das Wasser, durch welches die Wärme gehen sollte, mit einer geringen Menge von irgend einer zarten Substanz, wie z. B. Eyderdaunen, vermengt war, — die, ohne seine chemischen Eigenschaften zu ändern, oder seine Flüssigkeit zu mindern, nur dazu diente, die Bewegungen der Theile des Wassers beym Transport der Wärme zu hemmen oder zu erschweren; in dem Falle, daß die Wärme wirklich auf diese Art transportirt oder fortgeführt, und nicht frey durch die Liquida treten könne. Der Körper, der die Wärme aufnahm, und zugleich dazu diente, die Menge der mitgetheilten

theilten Wärme zu messen, war ein sehr großes cylindrisches Thermometer (S. Taf. III.) Der Behälter (bulb) ist aus dünnem Kupferblech gearbeitet, cylindrisch, aber an beiden Enden hemisphärisch.

Seine Dimensionen sind folgende:

Durchmesser	. .	1,84 Zoll,
Länge	. .	4,99 —
Inhalt	. .	13,2099 Cubiczoll.
äußere Oberfläche	.	28,834 Quadratzoll.

Die Dicke des Kupferblechs, woraus er gearbeitet ist, beträgt 0,03 Zoll. Er wiegt leer 1846 Gr.; — und faßt bey der Temperatur von 55°, 3344 Gr. Wasser. Dieser kupferne Behälter hat eine Glasröhre 24 Z. lang und $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmesser, die durch einen guten Kork in einer cylindrischen Röhre von Kupfer, welche 1 Zoll lang und $\frac{56}{100}$ im Durchmesser ist, und noch zu den metallischen Behälter gehört, befestigt ist. Dieses mit Leinöhl gefüllt und mit graduirter Scale versehene Thermometer wurde in der Achse eines hohlen aus dünnem Messingblech verfertigten, 11½ Zoll langen und 2,3535 Zoll weiten Cylinders befestigt. Dieser Cylinder ist an dem einen Ende offen, an dem andern mit einem hemisphärischen, nach Außen convexen, Boden geschlossen. Er wiegt 2261 Gran, und das Blech, woraus er gearbeitet ist, hat 0,0128 Zoll in der Dicke. Der Bulbus des Thermometers wurde in den untern Theil dieser messingenen cylindrischen Röhre gestellt. Um ihn in der Mitte oder Achse derselben zu erhalten, wurde er von drey hölzernen Pflöckchen, die ¾ Z. Länge und etwa $\frac{1}{10}$ Z. im Durchmesser hatten und die in eben so viel Röhrchen von dünnem Messingblech befestigt waren, gehalten.

Das obere Ende des Thermometer-Bulbus wird in seiner Lage, oder in der Achse des äußern Cylinders

dadurch erhalten, daß die Röhre des Thermometers durch ein in der Mitte eines Korkes, der das Ende des Cylinders verschließt, angebrachtes Loch hindurch geht.

Der Boden des Bulbus des Thermometers ruhet nicht auf dem hemisphärischen Boden des messingenen Cylinders, sondern wird durch ein hölzernes Pflöckchen, wie die so eben beschriebenen, in einer Entfernung von $\frac{1}{4}$ Zoll und darüber getragen. Dieses Pflöckchen steckt in einer in der Mitte auf dem Boden des Cylinders angebrachten Scheide und steht senkrecht hervor. Die Enden aller dieser Pflöckchen, die aus den Scheiden, worin sie befestigt sind, hervorragen, haben eine stumpfe Spitze, um soviel als möglich die Berührungspuncte zwischen den Enden dieser Pflöckchen und dem Bulbus des Thermometers zu vermindern. Ist das Thermometer an seinem gehörigen Platz, so bleibt auf jeder Seite desselben ein leerer Raum, zwischen dem Gefäß des Thermometers und der innern Oberfläche des messingenen Cylinders, in welchem dieses eingeschlossen ist. Die Entfernung der äußern Oberfläche des Gefäßes des Thermometers und der innern Oberfläche des dasselbe umgebenden Cylinders ist 0,25175 Zoll. Dieser Raum ist dazu bestimmt, das Wasser oder jede andre Substanz aufzunehmen, durch welche die Wärme in das Thermometer oder aus demselben gehen soll. Die Quantität der Wärme, wird durch die Höhe der Flüssigkeit im Thermometer angezeigt. Die erforderliche Menge Wasser, um diesen Raum zu füllen und noch das obere Ende des Thermometergefäßes $\frac{1}{4}$ Zoll hoch zu bedecken, wog 2468 Gran.

Nachdem das Thermometergefäß mit Wasser oder einem andern Liquidum, dessen wärmeleidende Kraft erforscht werden soll, umgeben ist, so wird ein rundes Stück Kork, von etwas kleinerm Durchmesser als der messingene Cylinder ist, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dick, mit einem

Loch

Loch in der Mitte, durch welches die Röhre des Thermometers frey durchgehen kann, in den messingenen Cylinder hinabgelassen, doch nicht ganz so tief, um die Oberfläche des Wassers oder der andern darinn enthaltenen Substanz berühren zu können. Diese Scheibe wird an ihrem Orte durch drey hervorragende messingene Stifte erhalten, die auf die äußere Seite des metallenen Halses des Thermometergefäßes gelöthet sind.

Ist diese Korkscheibe an ihrem Platz, so wird der obere Theil des hohlen messingenen Cylinders mit Eiderdunen gefüllt, und mit einem Korkstöpsel verschlossen, in dessen Mitte ein Loch angebracht ist, durch welches die Röhre des Thermometers hervorsteht. Da die ganze Scale des Thermometers vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte noch oberhalb dieses Deckels ist, so kann jede Veränderung der Wärme, welcher das Instrument ausgesetzt ist, zu jeder Zeit beobachtet werden, ohne einen Theil des Apparates in Unordnung zu bringen.

Das Thermometer ist nach Fahrenheits Scale eingetheilt, und seine Abtheilungen correspondiren mit einem sehr genau gearbeiteten Quecksilber-Thermometer von Troughton.

Die Versuche mit diesem Instrument, das ich um es auszuzeichnen, mein cylindrisches Passage-Thermometer (cylindrical passage thermometer) nennen werde, wurden auf folgende Art veranstaltet:

Nachdem das Thermometer auf die oben beschriebene Weise in seiner messingnen Röhre befestigt, und mit derjenigen Substanz umgeben war, deren wärme-leitende Kraft bestimmt werden sollte, wurde das Instrument in schmelzendes Eis gestellt, bis das Thermometer auf 32° fiel. Dann nahm ich den Apparat heraus und tauchte ihn augenblicklich in ein großes Gefäß voll kochen-

chenden Wassers. Die wärme-leitende Kraft der Substanz, welche der Gegenstand dieses Versuchs war, wurde durch die Zeit bestimmt, welche die Wärme gebrauchte, um durch dieselbe in das Thermometer zu treten. Diese Zeit wurde sorgfältig bemerkt, wenn das Thermometer zum 40sten Grade kam, und eben so, wenn es immer um 20 Grade stieg.

Je langsamer die Wärme in einem Medium sich bewegt oder fortgeführt wird, desto längere Zeit ist für eine gewisse Quantität derselben erforderlich, um durch dasselbe zu gehen, und da das Thermometer die Veränderungen in der Temperatur des erhitzten oder abgekühlten Körpers anzeigt, nämlich des Liquidums, womit das Thermometer gefüllt ist, nach Maaßgabe des Durchganges der Wärme durch das Medium, womit das Thermometer umgeben ist, so wird auch die wärme-leitende Kraft dieses Mediums durch die Geschwindigkeit des Steigens oder Fallens des Thermometers angegeben, wenn das Instrument, nachdem es zuvor zu einer gewissen Temperatur gebracht worden ist, plötzlich in ein anderes Medium von einer andern gegebenen bleibenden Temperatur gebracht wird.

Da ich die Zufälle mit den heißen Aepfelpasten noch im frischen Andenken hatte, so war ich nach Vollendung dieses Instruments neugierig zu erfahren, ob denn wirklich Aepfel, die, wie ich wohl wußte, beynahe blos aus Wasser bestehen, eine größere Kraft besitzen die Wärme zurückzuhalten, als dieses Liquidum, wenn es rein oder nicht mit andern Körpern vermischt ist. Damit aber der Erfolg um desto genugthuender seyn möchte, so bestimmte ich erst auf folgende Art, wie viel Wasser wirklich in Aepfeln sey, und wie sich ihre faserigen Theile zu ihrem ganzen Volumen verhielten. 960 Gran geschmorte Aepfel (sie waren vorher sorgfältig geschält und

von

von Stielen und Kernen befreyet), wurden in einer großen Menge kalten Wassers gewaschen, und nachdem sich die faserigen Theile auf den Boden des Gefäßes gesetzt hatten, wurde der helle Theil der Flüssigkeit abgegossen, der zurückbleibende faserige Ueberrest durchaus getrocknet und sorgfältig gewogen, wo er gerade 25 Gr. betrug.

Dieser faserige Ueberrest von 960 Gran gekochter Aepfel wurde von neuem in einer Menge kalten Wassers gewaschen, durchaus getrocknet, indem er einige Tage lang in einer Theetasse auf einen Ofen gesetzt wurde, den man beständig heiß erhielt, und dann wiederum gewogen, wo sich dann fand, daß er nicht mehr als $18\frac{2}{10}$ Gran wog.

Aus diesem Experiment folgt, daß der faserige Theil gekochter Aepfel noch weniger als $\frac{1}{50}$ ihrer ganzen Masse beträgt; und man hat hinlänglichen Grund zu schließen, daß der Rest, der mehr als $\frac{49}{50}$ des Ganzen ausmacht, fast nichts als Wasser ist *).

Nachdem ich den Bulbus meines cylindrischen Passage-Thermometers mit einer Quantität dieser geschmorten Aepfel, (deren breyartige Masse kein Zeichen von Flüssigkeit mehr zeigte) umgeben hatte, so wurde das Instrument in gestoßenes Eis, das auf dem Schmelzpunkte stand, gestellt, und als das Thermometer anzeigte, daß alles bis 32° abgekühlt war, so wurde das Instrument aus dem schmelzenden Eise genommen, und in ein großes Gefäß voll kochenden Wassers getaucht, und dieses wurde so lange, als der Versuch dauerte, immer im heftigen

*) Dies letztere folgt nicht aus diesem Versuche, indem die schleimigten und zuckerartigen Theile, die sich im Wasser auflösen, dabey ganz übersehen sind; und deshalb sind auch die Folgerungen des Verfassers in Ansehung der wärme-leitenden Kraft nicht ganz zulässig. G.

heftigen Kochen erhalten. Die während der Erhitzung des Thermometers von 20 zu 20° bemerkten Zeiten wurden in eine Tabelle eingetragen, die zu dem Endzwecke vorläufig gemacht war.

Dieses Experiment wurde zweymal wiederholt, und auch so abgeändert, daß das Instrument zuerst bis zur Temperatur des kochenden Wassers erhitzt, dann in schmelzendes Eis getaucht und die Zeit des Austrittes der Wärme aus dem Thermometer bemerkt wurde. Denn nahm ich die Aepfelmasse um das Thermometer herum weg, und füllte den Raum mit reinem Wasser, womit ich sodann die Versuche wiederhohlte. Die folgenden Tabellen zeigen die Resultate dieser Versuche.

	Zeit, in welcher die Wärme in das Thermometer trat			
	durch geschmorte Aepfel.		durch Wasser.	
	Versuch. Nro. 1.	Versuch. Nro. 3.	Versuch. Nro. 5.	Versuch. Nro. 7.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.	Secunden.
Bey Erhitzung des Therm. von der Temper. v. 32° zu der von 40°	95	89	45	45
von 40° zu 60°	75	67	36	35
60° zu 80°	61	56	34	31
100°	65	60	30	30
120°	73	66	37	36
140°	90	82	44	44
160°	121	113	63	60
180°	188	170	93	90
200°	360	364	226	215
Summe der Zeiten bey Erhitzung d. Therm. v. 32° zu 200°	1128	1057	608	586
Summe d. Zeiten um das Instrument 80° zu erhitzen, z. E. v. 80° zu 160°	349″	321″	174″	370″
Mittelzahlen bey d. Erhitzung v. 80° zu 160°	in geschmorten Aepfeln 335″		in Wasser 172″	

Die Resultate dieser Versuche zeigen, daß die Hitze weit schwieriger, oder weit langsamer geschmorte Aepfel als reines Wasser durchstreicht. Da nun geschmorte Aepfel aus nichts bestehen, als Wasser mit einem

einem kleinen Theile faseriger und schleimiger Materie gemischt; so zeigt dies, daß die wärme-leitende Kraft des Wassers geschwächt werden könne.

Die Resultate der folgenden Versuche werden diesen Schluß bestätigen.

	Zeit, in welcher die Wärme aus den Thermometer trat			
	durch geschmorte Aepfel.		durch Wasser.	
	Versuch. Nro. 2.	Versuch. Nro. 4.	Versuch. Nro. 6.	Versuch. Nro. 8.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.	Secunden.
Bey Abkühl. d. Thermom. von der Temperatur von 200° zu der v. 180°	80	74	46	37
v. 180° zu 160°	79	72	42	37
160° zu 140°	84	83	43	43
120°	107	101	54	51
100°	141	136	73	73
80°	198	190	112	105
60°	321	307	200	204
40°	775	733	483	461
Summe d. Zeit während d. Abkühlung v. 200° zu 40°	1781	1696	1053	1011
Summe d. Zeiten um das Instrum. um 80° abzukühlen, z. E. v. 160° bis 80°	530″	510″	282″	272″
Mittelzahl bey Abkühlung von 160° bis 80°	In geschmorten Aepfeln 520″		In Wasser 277″	

Da

Da die Erhitzung und Erkältung des Instruments, wenn es sich der Temperatur des Mediums, in welchem es steht, nähert, sehr langsam geht, während auf der andern Seite dieser Prozeß sehr beschleunigt wird, wenn die Temperatur des Instruments von der des Mediums sehr verschieden ist, so tragen beide Umstände zusammen dazu bey, daß die Beobachtungen an den Enden der Scale des Thermometers dem Irrthume weit mehr unterworfen, also auch weniger befriedigend sind, als die, welche in der Mitte derselben angestellt werden. Damit nun die allgemeinen Folgerungen aus den Resultaten dieser Experimente nicht durch die Wirkungen dieses unvermeidlichen Mangels der Genauigkeit fehlerhaft gemacht werden möchten, nahm ich, anstatt die Geschwindigkeit des Durchganges der Wärme aus den, beym Erhitzen und Abkühlen des Thermometers durch die ganze Länge seiner Scale, oder vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt, verflossenen Zeiten zu schätzen, die bey dessen Erhitzung und Abkühlung um 80° in der Mitte der Scale z. E. zwischen 80° und 160° verflossenen Zeiten, als den Maaßstab der wärme-leitenden Kraft der Substanzen, durch welche die Wärme gehen sollte.

Demohngeachtet habe ich auch die Zeiten bemerkt, welche bey Erhitzung und Abkühlung des Instruments in einem größern Intervalle verstreichen, nämlich durch 168° bey der Erhitzung, oder von 32° bis 200°; und bey der Abkühlung durch 160°, oder von 200° bis 40°.

In Absicht der Abkühlung des Instruments muß ich meinen Leser belehren, daß, ob ich gleich in den Tabellen keiner höhern Temperatur als der von 200° erwähnt habe, ich dennoch immer das Instrument bis zum Siedepunkt des Wassers erhitzte, der bey dem Druck der Atmosphäre in München, wo ich diese Ver-

suche anstellte, gewöhnlich bey 209½° von Fahrenheits Scale ist. Das Instrument blieb so lange im kochenden Wasser, bis das Thermometer still stand, dann wurde es aus dem Wasser sogleich in schmelzendes Eis getaucht, und die Zeit sorgfältig zu beobachten und anzumerken angefangen, sobald das Liquidum im Thermometer an die Abtheilung der Scale vom 200sten Grade trat, und so auch, wenn es bey andern in den Tabellen angezeigten Abtheilungen anlangte.

Was die vier letzten Versuche betrift (Nro. 2, 4, 6, und 8.), so wird man bey der Untersuchung finden, daß ihre Resultate sehr genau mit den vorhergenannten übereinstimmen. Sie beweisen also wirklich und entscheidend die wichtige Thatsache: daß eine geringe Quantität gewisser Substanzen mit Wasser vermischt, sehr stark die wärme-leitende Kraft dieses Fluidums zu schwächen vermag. In den Versuchen Nro. 1 und 2., die beide an Einem Tage und in der Ordnung, wie sie bezeichnet sind, gemacht wurden, wurde die Wärme bey dem Durchgang durch die Masse der geschmorten Aepfel, die das Thermometer umgaben, weit mehr gehindert, als in den Versuchen Nro. 3. und Nro 4., die am folgenden Tage angestellt wurden. Wahrscheinlich wurde dies durch irgend eine Veränderung in der Consistenz dieser weichen Masse bewirkt, die in der Zeit entstanden war, als das Instrument in der Zwischenzeit in Ruhe blieb. Doch, statt mich bey der Erklärung hiervon aufzuhalten, will ich noch von einigen Versuchen Nachricht geben, aus deren Resultaten wir uns weit befriedigender belehren können, als ich es durch alle Speculationen über diesen Gegenstand zu thun im Stande bin. Wenn wir annehmen, daß die Wärme im Wasser eben so wie in der Luft und andern elastischen Flüssigkeiten fortgepflanzt, nemlich, daß

daß sie durch seine Theilchen transportirt wird. daß diese Theilchen durch den Wechsel des specifischen Gewichtes bey Veränderung der Temperatur in Bewegung gesetzt werden, und daß überhaupt keine Mittheilung oder kein Wechsel ihrer Wärme zwischen den Theilchen eines und desselben Fluidums statt findet, so ist es offenbar, daß die Fortpflanzung der Wärme in einem Fluidum auf zweyerley Art gehemmt werden kann, einmal dadurch, daß wir seine Flüssigkeit vermindern, welches durch Auflösung irgend einer schleimigen Substanz darin geschieht, und dann noch auf eine noch weit einfachere Weise dadurch, daß wir die Bewegung seiner Theilchen während der Operation des Transports der Wärme erschweren und verhindern, welches dadurch erhalten wird, daß man irgend einen festen Körper, (der indeß ein Nichtleiter der Wärme seyn muß) in kleinen Massen, oder von großer Oberfläche in Proportion gegen seine Dichtigkeit, mit dem Fluidum vermengt.

In den vorhergehenden Versuchen mit geschmorten Aepfeln wurde der Durchgang der Wärme durchs Wasser, (denn dies war bey weitem der größte Bestandtheil der Masse), ohne Zweifel auf beide Art gehindert. Der schleimige Theil der Aepfel verringerte die Flüssigkeit des Wassers um ein beträchtliches, während zu gleicher Zeit die faserigen Theile die innern Bewegungen erschwerten.

Um die comparativen Wirkungen dieser beiden Ursachen einzeln zu erfahren, war es nöthig, sie von einander zu trennen; oder Versuche anzustellen, wo nur immer die eine Ursache auf einmal wirkte. Dies that ich nun auf folgende Weise.

Um die durch Verminderung der Flüssigkeit des Wassers hervorgebrachten Wirkungen zu erfahren, vermischte

mischte ich 2276 Gran Wasser mit einer geringen Quantität, nämlich mit 192 Gran Stärke, und um die Wirkung zu bestimmen, die durch bloße Hemmung der Bewegungen des Wassers hervorgebracht werden, vermengte ich es mit einer gleichen Menge (nach dem Gewichte) Eider-Dunen. Die Stärke, so wie die Eyder-Dunen, wurden mit dem Wasser gekocht; letztere deswegen, um sie von der Luft zu befreyen, die ihnen, wie bekannt, hartnäckig anhängt.

Damit diese Versuche desto leichter mit den mit geschmorten Aepfeln und mit reinem Wasser angestellten verglichen werden können, will ich ihre Resultate sämmtlich in folgenden Tabellen zusammenstellen.

	Zeit, in welcher die Wärme in das Thermometer trat.			
	durch eine Mischung von 2276 Gr. Wasser u. 192 Gr. Stärke.	durch eine Mischung v. 2276 Gr. Wasser und 192 Gr. Eider=Dunen.	Durch geschmorte Aepfel.	Durch reines Wasser.
	Versuch. Nr. 9.	Versuch. Nr. 11.	Mittelzahl. der beiden Vers. Nr. 1. u. Nr. 3.	Mittelzahl. der beiden Vers. Nr. 5. u. Nr. 7.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.	Secunden.
Während d. Erhitzung d. Thermometers von 32° bis 40°	101	83	92	45
v. 40° bis 60°	72	55	71	35½
60° bis 80°	64	49	58½	32½
100°	63	52	62½	30
120°	74	57	69½	36½
140°	89	67	86	44
160°	115	93	117	61½
180°	178	133	179	91½
200°	453	360	362	220½
Summe d. Zeiten während der Erhitzung d. Instruments von 32° bis 200°	1109	949	1096½	597
Verfloßene Zeiten bey Erhitz. des Thermomet. innerhalb 80° z. E. von 80° bis 160°	341″	269″	335″	172″

Zeit,

	Zeit, in welcher die Wärme aus dem Thermometer trat			
	durch eine Mischung v. 2276 Gr. Wasser und 192 Gran Stärke.	durch eine Mischung v. 2276 Gr. Wasser und 192 Gran Eider-Dunen.	Durch geschmorte Aepfel.	Durch reines Wasser.
	Versuch. Nr. 10.	Versuch. Nr. 12.	Mittelzahlen d. beiden Vers. Nr. 2. und Nr. 3.	Mittelzahlen d. beiden Vers Nr. 6. und Nr. 8.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.	Secunden.
Während d. Abkühlung d. Thermomet. v. 200° bis 180°	69	68	77	4½
v. 180° b. 160°	66	61	73½	39½
v. 160° b. 140°	74	72	83½	43
120°	92	91	104	52½
100°	119	120	138½	73
80°	173	177	194	108½
60°	283	279	314	202
40°	682	673	754	472
Summe d. Zeiten während der Abkühlung von 200° bis 40°	1548	1541	1749½	1032
Verfloßene Zeiten bey Abkühl. d. Instruments innerhalb 80° z. E. von 160° bis 80°	468″	460″	528″	277″

Da

Da die Resultate dieser Versuche auf die entscheidenste Art beweisen, daß die Fortpflanzung der Wärme im Wasser, nicht nur durch solche Dinge aufgehalten wird, welche seine Flüssigkeit vermindern, sondern auch durch solche, welche auf mechanische Weise, und ohne eine Verbindung damit einzugehen, die innern Bewegungen hemmen, so scheint es mir, daß dadurch fast bis zur Demonstration erwiesen wird, daß die Wärme im Wasser nur zu Folge der innern Bewegungen desselben fortgepflanzt, — oder, daß sie von den Theilchen dieses Liquidums transportirt oder fortgeführt (carried) wird, und sich nicht, wie man gewöhnlich glaubt, darin ausbreitet und expandirt.

Ich habe an einem andern Orte *) gezeigt, und ich kann sagen, bewiesen, daß die Wärme in der Luft sich wirklich eben so verbreitet, als wie ich hier im Wasser annehme. Findet man nun, daß die wärmeleitende Kraft beider Flüssigkeiten durch dieselben Mittel geschwächt wird, so giebt uns dies starke Gründe zu schließen, daß sie beide die Wärme auf gleiche Weise leiten. Dies hat sich nun auch wirklich bestätigt.

Eiderdunen, welche die specifischen Eigenschaften dieser beiden Flüssigkeiten auf keine Weise ändern, und wenn sie mit ihnen gemengt sind, nichts bewirken können, als die innern Bewegungen derselben verhindern und erschweren, schwächen nun wirklich die wärme-leitende Kraft beider Materien.

Vergleichen wir nun diese Versuche mit denen, die ich über die wärme-leidende Kraft der Luft angestellt habe, so

*) Man sehe die Philosophical Transactions 1792, (und Journal der Phys. B. VII. S. 246.)

so werden wir sogar finden, daß die wärme-leitende Kraft des Wassers, wenn nicht ganz, doch beynahe eben so sehr als die der Luft, durch Vermengung mit Eiderdunen geschwächt werde.

Bey vielen Versuchen über die verschiedenen Substanzen, deren man sich zu warmhaltenden Hüllen bedient, fand ich, daß, wenn die Dicke einer Luftschicht, die der Wärme gleichsam Schranken setzt, dieselbige bleibt, der Durchgang der Wärme durch dieselbe erschwert wird, wenn die Menge der leichten Substanz, die zur Hemmung ihrer innern Bewegung damit vermischt ist, zunimmt.

Um zu sehen, ob ähnliche Wirkungen durch dieselben Mittel, beym Durchgange der Wärme durch Wasser, hervorgebracht würden; so wiederholte ich die Versuche mit Eiderdunen, verringerte aber die Quantität, die ich mit dem Wasser vermengte bis auf 48 Gran oder bis auf ein Viertheil der bey den Versuchen No. 11. und No. 12. angewandten Menge.

Die Resultate dieser Versuche und eine Vergleichung derselben mit den oben angeführten, können folgende Tabellen zeigen.

	Zeit, in welcher die Wärme in das Thermometer trat		
	durch Wasser mit 48 Grad oder $\frac{1}{50}$ des Volums Eiderdunen.	durch Wasser mit 192 Gr. oder $\frac{4}{50}$ des Vol. Eiderdunen.	durch reines Wasser.
	Versuch No. 13.	Versuch No. 11.	Mittelzahlen der beiden Versuche No. 5. u. 7.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.
während der Erhitzung des Therm. von 32° bis 40°	51	83	45
von 40° bis 60°	47	55	35½
60° bis 80°	39	49	32½
100°	40	52	30
120°	45	57	36½
140°	56	67	44
160°	74	93	61½
180°	118	133	91½
200°	293	360	220½
Summe der Zeiten bey Erhitzung von 32° bis 200°	763	949	597
Verflossene Zeiten bey Erhitzung des Instruments innerhalb 80°, oder von 80° bis 160°	215″	269″	172″

	Zeit, in welcher die Wärme aus dem Thermometer trat		
	durch Wasser mit 48 Grad, oder $\frac{1}{30}$ Eiderdunen.	durch Wasser mit 192 Gr. $\frac{4}{30}$ Eiderdunen.	durch reines Wasser.
	Versuch No. 14.	Versuch No. 12.	Mittelzahlen der beiden Versuche No. 6. u. 8.
	Secunden.	Secunden.	Secunden.
während der Abkühlung des Thermometers von 100° bis 180°	49	68	41½
von 180° bis 160°	50	61	39½
von 160° bis 140°	56	72	43
120°	70	91	52½
100°	96	120	73
80°	151	177	108½
60°	262	279	202
40°	661	673	472
Summe der Zeiten bey Abkühlung von 200° bis 40°	1395	1541	1032
Verflossene Zeiten bey Abkühlung des Instruments innerhalb 80° z. E. von 160° bis 80°	373″	460″	277″

Die

Die Resultate dieser Experimente sind äußerst interessant. Sie machen uns mit einer neuen und wissenswürdigen Thatsache bekannt; daß nämlich Federn und andere ähnliche Substanzen, von denen bekannt ist, daß sie in der Luft sehr warmhaltende Hüllen gewähren, nicht nur zu demselben Zwecke im Wasser dienen, sondern daß sogar ihre Wirkungen, den Durchgang der Wärme zu verhindern, im Wasser größer sind, als in der Luft.

Irre ich mich nicht, so wirft diese Entdeckung ein großes Licht über viele der interessantesten Theile in der Haushaltung der Natur, und gewährt uns sehr befriedigende Belehrung über die Endursachen mehrerer Erscheinungen, die bisher nur wenig aufgeklärt worden sind.

Da liquides Wasser das Vehikel der Wärme und der Ernährung, also auch des Lebens, in jedem lebenden Körper ist; da ferner, Wasser, sich selbst überlassen, bey einem weit geringeren Grade von Kälte gefriert, als der ist, welcher gewöhnlich in kalten Climaten herrscht; so stimmt es mit den Ideen, die wir von der Weisheit des Schöpfers haben, zusammen, anzunehmen, daß wirksame Maaßregeln getroffen seyn müssen, um eine hinlängliche Menge dieses Liquidums in seinem flüssigen Zustande zu erhalten, um das Leben während der kalten Jahreszeit zu erhalten. Wir finden nun, daß dies wirklich so ist. Wir sehen, daß beides, Pflanzen und Thiere, die längsten und strengsten Winter überleben; die Mittel aber, die dazu angewandt werden, diese bewundernswürdigen Wirkungen hervorzubringen, sind noch nicht untersucht; wenigstens nicht in Beziehung auf die Vegetabilien *).

Da thierische und vegetabilische Körper in vielen Rücksichten wesentlich von einander verschieden sind, so

*) Man sehe jedoch Herrn Sennebiers Abhandlung, im Journal d. Phys. B. VII. S. 402. ff. G.

kann man sehr natürlich voraussetzen, daß die Mittel, welche zur Erhaltung derselben gegen die nachtheiligen Wirkungen des Gefrierens ihrer Flüssigkeiten angewendet sind, auch verschieden seyn müssen.

Bey organisirten Körpern, die auf der Oberfläche der Erde leben, und also dem Wechsel der Jahreszeiten ausgesetzt sind, finden wir, daß, je größer das Verhältniß ihrer flüssigen Theile zu den festen ist, desto größer auch die Wärme sey, die zur Erhaltung des Lebens und der Gesundheit erforderlich ist, und daß sie desto weniger im Stande sind, einen beträchtlichen Wechsel ihrer Temperatur zu ertragen.

Das Verhältniß der flüssigen Theile gegen die festen, ist in Thieren viel größer als in Pflanzen, und um in ihnen die größte Menge von Wärme, die zur Erhaltung des Lebens nothwendig ist, zu erhalten, sind sie mit Lungen begabt. und werden durch einen ähnlichen Proceß erwärmt, als der ist, durch welchen beym Verbrennen entzündlicher Substanzen Wärme erzeugt wird.

Unter den Pflanzen sind die saftvollsten einjährig. Da sie nicht mit Lungen versehen sind, welche die große Masse der liquiden Theile, die ihre weiten und dünnen Gefäße füllen, warm erhalten, so leben sie so lange, als sie der wohlthätige Einfluß der Sonne erwärmt und ihre schwachen Kräfte belebt; und sie sterben ab, so bald sie dieser Stütze beraubt werden.

Man findet in kalten Gegenden mehrere zarte Pflanzen, die im Herbste absterben, deren Wurzeln aber den ganzen Winter über frisch bleiben, und im folgenden Frühjahre neue Sprößlinge treiben. Bey diesen finden wir immer, daß die Wurzeln compacter und dichter sind, als der Schaft, oder daß sie kleinere Gefäße und ein geringeres Verhältniß flüssiger Theile haben.

Bey

Bey den Bäumen werden wir immer finden, daß diejenigen, die ein größeres Verhältniß dünner wässerichter Theile enthalten, nicht nur jeden Herbst das Laub fallen lassen, sondern auch zuweilen in strengen Wintern erfrieren und wirklich absterben. Viele Tausende von Wallnußbäumen starben während des kalten Winters im Jahre 1788 in der Churpfalz ab *); und es ist bekannt, daß wenige, vielleicht keine, der einjährigen Pflanzen unsers gemäßigten Climas die außerordentliche Kälte der kalten Zone aushalten würden.

Die Bäume, welche in diesen unwirthbaren Climaten wachsen, und der Kälte des grimmigsten Winters trotzen, enthalten sehr wenige flüssige Theile. — Man kann den dicken und klebrigen Saft der in ihren Gefäßen circulirt, kaum flüssig nennen. Hat man also nicht die stärkste Ursache zu glauben, daß dies so blos zu dem Entzwecke eingerichtet sey, um zu verhindern, daß sie aller ihrer Wärme beraubt werden, und während der Kälte des Winters nicht erfrieren?

Wir sahen in den vorhergehenden Versuchen, wie sehr die Fortpflanzung der Wärme in einem Liquidum durch Verminderung der Flüssigkeit desselben zurückgehalten wird, kann dies nun nicht fortdaurend der Fall seyn, so lange noch ein Grad der Flüssigkeit da ist?

Der Stamm und die Aeste der Bäume sind im Winter nicht mit Schnee bedeckt, der ihre Wurzeln vor der kalten Atmosphäre schützt; es ist also offenbar, daß

*) Merkwürdig, und für die Behauptung des Herrn Befassers allerdings bestätigend ist es, daß in dem genannten Jahre in hiesigen Gegenden diejenigen Wallnußbäume mehrentheils erhalten wurden, die hoch und frey, und an kältern Orten standen, eben weil sie bey dem frühzeitig eintretenden starken Froste minder saftreich waren, als die, welche bey mehrerm Schutze länger ihr Laub behalten hatten. B.

außerordentliche Mittel erforderlich sind, um sie vor dem Erfrieren zu schützen. Die Rinde aller der Bäume, die von der Natur bestimmt sind, große Kälte zu ertragen, bilden eine sehr warmhaltende Bedeckung; doch würde diese einzige Vorsicht sicherlich nicht zu ihrem Schutze hinlänglich gewesen seyn. Der Saft aller Bäume, die eine anhaltende Kälte ertragen können, wird bey Annäherung des Winters dick und klebrig. Welchem wichtigeren Zwecke konnte diese Veränderung wohl entsprechen, als dem angegebenen? — Es würde mehr als Thorheit seyn, zu behaupten, dies entspreche gar keinem nützlichen Zwecke.

Wir sahen aus den Resultaten der vorigen Versuche, wie viel die bloße Erschwerung der innern Bewegung der tropfbarflüssigen Substanzen dazu beyträgt, die Fortpflanzung der Wärme in denselben, also auch ihren Durchgang aus denselben zu verzögern; bedenken wir nun noch die so außerordentliche Kleinheit der Gefäße, in welchen der Saft der Pflanzen sich bewegt, und vorzüglich in großen Bäumen; erwägen wir, daß die Substanz, aus welcher diese kleinen Röhrchen gebildet sind, als einer der besten Nichtleiter der Wärme bekannt ist *); — setzen wir zu dem allen noch die Hindernisse für

*) Noch kürzlich hatte ich zufällig Gelegenheit, einen sehr auffallenden Beweis für die so wenig wärmeleitende Kraft des Holzes zu beobachten. Ich war gerade im Gießhause zu München gegenwärtig, als Kanonen gegossen wurden, und bemerkte, daß der Gießer sich eines hölzernen Instruments bediente, um das geschmolzne Metall damit umzurühren. Es war ein Stück eines Eichenbretts, grün oder unzeitig, 2 Zoll dick, 10 Zoll breit, mit einem langen hölzernen Handgriff, der in dessen Mitte in einem Loche befestigt war. Da dies Instrument sehr oft gebraucht wurde und zuweilen eine beträchtliche Zeit lang im Ofen blieb, wo die Hitze überaus groß war; so wunderte ich mich, daß es nicht zerstört

für den Durchgang der Wärme, die beym eintretenden Winter durch die vermehrte Klebrigkeit des Saftes entstehen, und die für Wärme beynahe undurchdringliche Bedeckung, die Rinde, hinzu, so werden wir nicht länger in Verlegenheit seyn können, um von der Erhaltung der Bäume während des Winters, ohngeachtet der lange anhaltenden heftigen Fröste, welchen sie jährlich ausgesetzt sind, Rechenschaft zu geben.

Eben so können wir auch, wie ich glaube, über die Erhaltung verschiedener Arten von Früchten, wie z. E. Aepfel und Birnen, auf eine genugthuende Weise Rechenschaft geben, die bekanntlich einen Grad der Kälte ohne zugefrieren aushalten, bey welchem ein gleiches Volumen reines Wassers bald eine feste Masse Eis werden würde.

Während die dichte Schaale der Früchte die Verdunstung ihrer flüssigen Theile, die wie bekannt, nicht ohne großen Verlust der Wärme statt finden kann, verhütet, wird auch die innere Bewegung dieser flüssigen Theile durch die Vertheilung derselben in unzählbaren kleinen Zellen, in welchen sie eingeschlossen sind, so sehr gehindert, daß die Mittheilung ihrer Wärme an die Luft, nach unserer Hypothese, nur sehr langsam und schwierig von statten geht. Doch gefrieren diese Früchte zuletzt, wenn die Kälte sehr heftig ist; denn man muß nur bedenken, daß sie fast blos aus liquiden Theilen und nur aus solchen bestehen, die durch die Kälte nicht klebrig wer-

stört wurde, noch mehr aber, als ich bey Besichtigung des Theils des Brets, der im geschmolznen Metall eingetaucht gewesen war, fand, daß die Hitze es nur bis zu einer unbeträchlichen Tiefe durchdrungen hatte, daß $\frac{1}{10}$ Zoll abwärts von seiner Oberfläche es gar nicht gelitten zu haben schien. Die Farbe des Holzes blieb unverändert, ja es schien nicht einmal seine Feuchtigkeit verlohren zu haben.

werden; und noch mehr, daß sie offenbar nicht dazu bestimmt waren, sehr strenge Kälte lange Zeit hindurch auszustehen.

Pastinaken und gelbe Rüben, und verschiedene andere Wurzelarten, halten noch länger in der Kälte aus, als Aepfel und Birnen, ohne zu gefrieren; sie sind aber auch weniger wasserhaltig, und ich glaube, daß die Gefäße, in welchen ihre flüssigen Theile enthalten sind, kleiner sind. Gerade diese Umstände müssen, unsern angenommenen Principien gemäß, den Austritt ihrer Wärme aus ihnen erschweren, und daher also ihr Gefrieren hindern.

Es ist aber noch ein andrer und ein sehr bemerkenswerther Umstand übrig, der, wenn unsre Muthmaßungen in Ansehung der Fortpflanzung der Wärme in liquiden Körpern wahr sind, eine sehr wichtige Rolle bey der Erhaltung der Wärme, und folglich des Lebens der Thiere und Pflanzen in kalten Climaten, spielt. Da indeß die Wahrscheinlichkeit aller dieser Folgerungen gar sehr von der Gewißheit des großen Fundamentalfactums, auf welches alles das gebaut ist, abhängt, — nämlich der innern Bewegung der Theile liquider Stoffe, die bey ihrem Erwärmen oder Abkühlen nothwendig statt findet, so werde ich, ehe ich in diesen Speculationen weiter fortfahre, mich bestreben, noch mehr Licht auf diesen wissenswürdigen und interessanten Gegenstand zu werfen.

(Die Fortsetzung folgt).

Zusatz

Zusatz des Herausgebers.

Den bekannten schätzbaren Bemühungen und den scharfsinnigen Untersuchungen des hochachtungswürdigen Herrn Verfassers der vorstehenden Abhandlung verdanken wir die hauptsächlichsten Fortschritte in der so überaus wichtigen Lehre von der wärmeleitenden Kraft der Körper. Aber je größer das Ansehen ist, das er sich durch seine Experimentaluntersuchungen in diesem Fach mit Recht erworben hat, desto weniger darf man die Zweifel, die sich gegen die Gültigkeit der Folgerungen, die er in dem gegenwärtigen Aufsatze macht, erheben lassen, übersehen; und da gestehe ich, daß mir die Schlüsse des Herrn Verfassers aus den Thatsachen, auf die er sie bauet, nicht durchaus gegründet, oder dadurch bewiesen zu seyn scheinen.

Es ist Thatsache, und durch die entscheidensten Versuche erwiesen, daß feste Substanzen bey ihrem Uebergange in den Zustand der tropfbaren Flüssigkeit, und daß tropfbar-flüssige bey ihrem Uebergange zur elastischen Flüssigkeit, Wärme latent machen oder Wärmestoff verschlucken, daß folglich die Quantität der Wärme, die zum Schmelzen der festen, oder zum Verdunsten und Verflüchtigen der festen oder liquiden Substanzen verwandt wird, keine Temperaturerhöhung zuwege bringen könne. Es ist also auch unleugbar, daß die Wärme, welche von einem erhitzten Körper an eine schmelzbare oder verdunstbare Materie tritt, und sie zum Schmelzen oder Verdunsten bringt, darin fürs Gefühl oder das Thermometer so gut wie verlohren gehe, so lange sie latent bleibt, nicht wieder, wenn ich so sagen darf, zurückgeworfen werde, keinen gegenseitigen Wechsel oder keine mittlere Temperatur hervorbringe. Wenn also ein solcher schmelzbarer oder verdunst-

barer Stoff um einen erhitzten Körper herum eine Hülle bildet, so geräth die von diesem austretenden Wärmematerie gewissermaßen in einen Schlund, aus dem sie nicht wieder heraustritt, und es muß da nothwendigerweise die Abkühlung des erhitzten Körpers bey übrigens gleichen Umständen schneller erfolgen, als wenn er mit einer Hülle umgeben ist, die selbst eine Temperaturerhöhung erleidet, und wo der Verlust der Wärme des darin eingeschlossenen erhitzten Körpers nur die Differenz des gegenseitigen Wechsels ihrer beiderseitigen Wärmetheile ist. Schmelzbare und verdunstbare Substanzen sind also hiernach bessere Leiter der Wärme, als nicht schmelzbare und fixe. Aus eben dem Grunde sind Holzkohlen, Federn, Haare, Wolle, Holz, Stroh, schlechte Leiter für die Wärme; schmelzendes Eis, Wasser, Weingeist rc. gute und bessere Leiter. Die wärmeleitende Kraft der Körper besteht also hauptsächlich in dem Vermögen derselben freye Wärme zur latenten zu machen.

Die Wärmematerie kann als Materie andere Substanzen nicht mechanisch durchdringen, eben weil auch sie undurchdringlich seyn muß; nur durch Anziehung anderer Stoffe dagegen kann sie diese durchdringen. Die Fortpflanzung der Wärme in andern Materien selbst, in so fern diese mit Stetigkeit ihren Raum erfüllen, kann also nicht anders geschehen, als daß die Wärmetheile davon angezogen werden; und daher bin ich jetzt überzeugt, daß auch die Wärmetheilchen, welche Rarefaction hervorbringen, oder thermometrisch wirken, ebenfalls latent werden; nur daß freylich diese Wärmetheilchen, weil sie auch nicht chemisch gebunden sind, durch jeden Körper von niedrigerer Temperatur stärker angezogen werden, und sich denn wieder in diesen thermoskopisch zeigen, oder Rarefaction zuwege bringen.

Wenn

Wenn endlich die Theile einer Materie Verschieb- barkeit in einem hohen Grade besitzen, wie die aller flüssigen Stoffe, so müssen nach hydrostatischen Gesetzen die erwärmten und deshalb im Volum zugenommene Schichten in den kältern, und daher spezifisch schwerern aufsteigen, eben weil die Fortpflanzung der Wärme in dem Raume der ganzen Masse, die aus dem vorhin angeführten Grunde durch Anziehung der Materie in diesem Raume geschieht, nicht momentan seyn kann. Allerdings muß daher die Abkühlung eines erhitzten Körpers in einem Medium, dessen Theile durch die Temperatur-Veränderung in Bewegung gesetzt werden, anders erfolgen, als wenn diese unbewegt an ihrer Stelle bleibe; und die wärmeleitende Kraft der flüssigen Mittel muß aus dieser Ursach größer seyn, als sie seyn würde, wenn ihre Theile durch die Wärme nicht in Bewegung gesetzt würden.

Gegen eben diese Behauptung des Herrn Verfassers, daß die wärmeleitende Kraft flüssiger Substanzen vermindert wird, wenn die Bewegung ihrer Theile durch Wärme gehemmt wird, kann nun wohl kein Zweifel statt finden; aber darin scheint er mir zu weit zu gehen, wenn er weiter behauptet, daß die flüssigen Stoffe an sich wirkliche Nichtleiter (Nonconductors) der Wärme wären, und nur zu Folge der Bewegung ihrer Theile die zugeführte Wärme fortführten; ja daß unter den individuellen Theilen flüssiger Körper kein gegenseitiger Wechsel (Changement) ihrer Wärmetheilchen statt finde. Denn da diese Theile flüssiger Substanzen Temperatur-Veränderung erleiden, so müssen sie auch Wärmestoff empfangen und mittheilen können, und folglich muß auch die Wärme in ihnen selbst und durch sie selbst sich fortpflanzen, wie in jeder Materie. Was heißen individuelle Theile des Wassers? In einem Liquidum, das seinen Raum

Raum als Continuum erfüllt, kann ich keinen Theil den kleinsten nennen, und es ist folglich jener Ausdruck ganz unbestimmt. Daß aber die Bewegung der Schichten, die durch Wärme veranlaßt wird, durch die von dem Herrn Verfasser gebrauchten Mittel wirklich gehemmt werde, wie er voraussetzt, hat er, meinem Urtheile nach, nicht erwiesen; sondern die Resultate seiner Versuche folgen ganz natürlich daraus, daß ein Gemenge aus einer die Wärme schlechter und einer sie besser leitenden Substanz die Wärme schlechter leiten müsse, als die letztere allein. Bey den Versuchen mit der Masse der geschmorten Aepfel ist auch noch der Umstand zu erinnern, daß er die schleimigten und zuckerartigen Theile derselben ganz übersehen hat, die aus dem vorher angeführten Grunde schlechtere Leiter der Wärme sind, als reines Wasser; und überdem durch ihre Anziehung zum Wasser die Verdunstbarkeit desselben schwächen, und also auch in so fern noch seine wärmeleitende Kraft vermindern können.

Noch führe ich hier an, daß schmelzbare Substanzen die stärkste wärmeleitende Kraft im Act ihres Schmelzens äußern, und daher bey niedrigern Temperaturen, die nicht zu ihrem Schmelzen hinreichen, schlechtere Leiter der Wärme seyn können. So ist es z. B. mit dem Schnee, der für Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ein schlechter Leiter der Wärme, für die über dem Gefrierpunkt hingegen ein sehr starker ist. Eben so sind auch geschmolzene Substanzen im Act ihres Erstarrens oder Gerinnens schlechte Leiter der Wärme, wie gestehender Talg, Wachs, u. d. gl. beweist. Die Gründe fließen aus dem, was ich über die Ursach der wärmeleitenden Kraft angeführt habe.

G.

5.

Beschreibung der tragbaren Feuersprütze, welche Herr Dr. van Marum zu seinen Versuchen*) gebraucht hat**).

ABCD (F. 4. T. I.) ist die Pumpe aus geschlagenem Kupfer verfertigt; sie ist 19 Zoll lang und 3 Zoll breit. E ist der Sauger; F die Klappe. Diese Pumpe ist mit einer kupfernen Büchse GHIK umgeben, welche 6 Zoll weit ist, worin die Pumpe nach Einer Seite steht, so wie es in der Zeichnung vorgestellt ist. L ist eine schrägstehende Klappe, die das Wasser durchläßt, wenn es beym Niedrücken des Saugers aus der Pumpe in die sie umgebende Büchse gepreßt wird, und die das Wasser verhindert, in die Pumpe zurückzukehren, wenn der Sauger in die Höhe gezogen wird. Diese Klappe steht 3 Zoll über dem Boden der Büchse. MNO ist eine kupferne Röhre, durch welche das Wasser in die lederne Schlange P, welche an dieselbe in O angeschraubt ist, herauf gepreßt wird. Diese lederne Schlange, die ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll weit, und 4 Fuß lang ist, hat an ihrem Ende eine kupferne Sprützröhre Q, welche 20 Zoll lang ist. An das Ende dieser Sprützröhre, welche $\frac{3}{4}$ Zoll weit ist, ist ein kupferner Knopf angeschraubt, worin

*) S. oben S. 164. ff.

**) Aus dem holländischen Mscrpt. übersetzt. G.

worin ein Sprützloch von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser ist. Weil die Büchse GHIK, welche die Pumpe umgiebt, luftdicht schließt, so wird die Luft, welche in dieser Büchse ist, genöthigt, einen desto kleinern Raum einzunehmen, je nachdem mehr Wasser in dieses Gefäß eingepreßt wird. Die also zusammengepreßte oder verdichtete Luft, welche auf die Oberfläche des in der Büchse enthaltenen Wassers drückt, treibt dasselbe durch die Röhre MNO in die lederne Schlange, und bewirkt einen Strahl, der desto höher steigt, oder einen desto größeren Raum bestreicht, je mehr die Luft in der Büchse GHIK durch das Wasser verdichtet wird, das man hineinpreßt. Dies hängt von der Schnelligkeit ab, womit man beym Pumpen verfährt. Ein Mann von mittelmäßiger Stärke kann durch dies Werkzeug das Wasser zu einer Höhe oder Entfernung von 40 oder 44 Fuß bringen, ja man kann sogar 50 Fuß damit bestreichen.

Aus dieser Beschreibung sieht man, daß die Beschaffenheit dieser Brandsprütze nicht wesentlich von den gewöhnlichen Feuersprützen verschieden ist. Diese Büchse, worin die Luft zusammengepreßt wird, steht in unseren gewöhnlichen Sprützen zur Seite der Pumpe, oder zwischen beiden Pumpen in den größeren Sprützen. In diesem Werkzeuge steht die Luftbüchse um die Pumpe herum, und in dieser Hinsicht stimmt es mit der Feuersprütze überein, deren man sich häufig in Frankreich bedient, und welche in Brisson's Traité élementaire de physique, Tom. I. §. 428. beschrieben ist. Die beschriebene Pumpe und Luftbüchse steht in einem hölzernen Troge, welcher zur Seite die Gestalt abcd hat, und unten 8 Zoll weit ist. An dem Boden dieses Troges, der bey b zwey Zoll heraussteht, ist mit einem Scharnier das Brett ef bevestigt, welches bis auf die Erde heruntergelassen wird, wenn man dies Werkzeug gebrau-

chen

chen will. Der Mann, der die Pumpe in Gang bringt, stellt sich auf dieses Brett, um durch seine Schwere die Pumpe vestzuhalten. — Die Pumpe steht nicht auf dem Boden des Troges, sondern auf einem Brett, welches einen halben Zoll über dem Boden liegt, damit das Wasser, welches man in den Trog gießt, einen freyen Zugang zu der Klappe F habe. Die Pumpe ist in dem Troge durch den Deckel g h befestigt, worin ein rundes Loch ist, in welches der obere Theil der Pumpe paßt.

Der Sauger wird auf und niederbewegt durch den eisernen Hebebaum i k, an welchem die Saugerstange durch das Scharnier l bevestigt ist. Dieser Hebebaum hat an dem einen Ende i ein Queereisen oder Bolzen, dessen Enden von zwey Eisen gefaßt und getragen werden, die an der innern Seite des Troges angeschraubt sind, und wovon eins durch m n vorgestellt wird. An dem andern Ende des Hebebaums sind zwey eiserne Ringe, worin eine Handhabe o p gesteckt wird, die man durch eine eiserne Pinne q bevestigt, wenn man das Werkzeug gebraucht. Wenn man es gebraucht hat, nimmt man diese Handhabe weg, und bevestigt das Brett in der Lage e f durch den Hacken r, um die Sprütze desto bequemer forttragen zu können.

In dem Troge steht ein kleines Brett s t, welches mit einer großen Anzahl kleiner Löcher durchbohrt ist; dies dient zu einem Siebe des Wassers, welches man in den Trog gießt, damit nichts in die Pumpe kommen kann, welches hinderlich seyn könnte.

6.

Anzeige

einer

neuen und bequemen Art, die Luft in Zimmern und Versammlungssälen zu reinigen *).

Harlem, den 20sten Dec. 1796.

Dr. van Marum hat vergangene Mittwoch, in seinen öffentlichen Vorlesungen der Physik, ein neues Mittel vorgeschlagen und untersucht, um aus Zimmern oder Versammlungssälen, worin viele Menschen zusammenkommen, die durch das Athemholen bis zu einem merklichen Grad verdorbene oder der Gesundheit schädliche Luft auszutreiben, und hiedurch der Außenluft Gelegenheit zu verschaffen, ihren Platz zu ersetzen.

Er bemerkte erstlich, daß die Zug- oder Luftröhren, die man über solchen Versammlungssälen, Schaubühnen, oder andern Plätzen, wo viele Menschen zusammenkommen, zur Entledigung der verdorbenen Luft angebracht findet, dieser Absicht nicht entsprechen: indem die einzige Ursache des Aufsteigens der Luft in denselben in dem mindern Gewicht oder der Leichtigkeit der Luft besteht, die daselbst eine Folge ihrer Erwärmung ist, und indem dieser Unterschied des Gewichtes oft nicht groß genug ist, um den Luftströmen, die durch diese Röhren gehen, eine merkliche Geschwindigkeit zu geben. Damit nun benannte

*) Aus der N. Alg. Konst- en Letterbode. Nr. 156. 1796.

nannte Röhren besser zur Entledigung der verdorbenen Luft dienen könnten, that er den Vorschlag, in denselben die Luft durch die bey uns schon überall bekannt gewordenen englischen Lampen zu erwärmen, und er zeigte, wie solches auf eine doppelte Art geschehen könne: entweder dadurch, daß man eine solche Lampe, die zu diesem Endzweck eingerichtet ist, in der Luftröhre anbringt, oder daß man eine solche Lampe von gewöhnlicher Arbeit einige Zoll unter die Luftröhre setzt.

Um sowohl von dem einen als dem andern die Bewerkstelligung zu versuchen, bediente er sich eines dicht verschlossenen hölzernen Kastens, der ungefähr 20 Cubik-Fuß enthielt, und dessen zwey Seiten größtentheils von Glas waren. In diesem Kasten wurde die Luft mit Rauch von glimmenden Holzspänen angefüllt, damit hierdurch ihre Ausbreitung aus demselben sichtbar werden möchte. Nahe an einer Ecke dieses Kastens stand auf demselben eine blecherne Röhre von ungefähr 4 Fuß Länge und 5 Zoll im Durchmesser. In diese Röhre wurde kurz über dem Kasten eine Lampe gestellt; und nun sahe man, so bald ein Thürchen an der gegenüberstehenden Seite des Kastens einen Finger breit geöffnet wurde, daß die mit Rauch erfüllte Luft mit merklicher Schnelligkeit durch die Röhre aufstieg, und daß ungefähr nach einer Minute der Kasten beynahe ganz von Rauch gereinigt, und also mit frisch hineingekommener Luft angefüllt war. — Da die Luft im Kasten aufs neue mit Rauch angefüllt war, stellte er jetzt die Lampe im Kasten unter die Röhre, so daß die Flamme beynahe einen Fuß innerhalb dieser Oeffnung stand; und die Luft wurde wieder, so weit man sehen konnte, mit gleicher Schnelligkeit, wie in dem vorigen Falle, durch die Röhre ausgetrieben.

Aus diesen Versuchen machte Dr. van Marum den Schluß, daß man sich auf gleiche Art solcher in oder



unter dergleichen Zugröhren gestellten Lampen bedienen könne, um die durch das Athemholen, und durch das Brennen der Kerzen oder Lampen verdorbene Luft aus den Zimmern oder Versammlungssälen herauszutreiben. In Zimmern, in denen man solche Lampen in die Ecken stellen will, kann man sie des Abends zugleich zur Erleuchtung und Reinigung der Luft gebrauchen, wenn man nämlich die Lampe ungefähr einen Fuß unter die Decke stellt, und oberhalb derselben eine Zugröhre anbringt, die einige Fuß lang ist, und deren oberstes Ende entweder zum Dache hinausgeht, oder unter dem Dache die Luft auf den Boden bringt. In Versammlungssälen, worin man viele Lampen in der Mitte an einen Kronleuchter hängt, kann man, wie Dr. van Marum durch eine Probe mit drey Lampen zeigte, alle Lampen zusammen wirken lassen, um einen Luftstrom mit merklicher Geschwindigkeit durch eine Röhre hinaufzutreiben, die mitten über den Kronleuchter angebracht ist; wenn nämlich eine hole runde blecherne oder kupferne Platte, die alle Lampen verdeckt, an das untere Ende der Röhre bevestigt ist, welche wie ein Trichter dazu dient, die durch alle diese Lampen erwärmte Luft nach besagter Röhre hinzuleiten. Diese Platte kann, wie Dr. van Marum zeigt, die Gestalt haben, daß sie wie ein Hohlspiegel das Licht der Lampen auf die vortheilhafte Art durch den ganzen Saal verbreitet, und also die Verminderung des Lichts ersetzt, die sonst durch den höhern Stand der Lampen erfolgen würde. Hierbey ist nach Dr. van Marum zu bemerken, daß die durch das Athemholen, oder durch das Brennen der Kerzen oder Lampen verdorbene Luft allezeit am besten durch eine Oeffnung nahe an der Decke, oder in dem obersten Theile des Saals herausgetrieben werden kann; indem die verdorbene Luft durch ihre Erwärmung und daraus entstandene Leichtigkeit vor allen Dingen den obersten

Theil

Theil des Saals einnimmt. Eine solche Zugröhre würde daher der Erwartung kein Genüge leisten, wenn man, um die Lampen nicht so hoch zu stellen, ihre Oeffnung unter der Decke anbringen wollte, und je nachdem diese Oeffnung niedriger gemacht würde, würde auch die verdorbene Luft des Saals aus den angegebenen Gründen desto weniger durch die Röhre entlassen werden.

Hierauf sprach er davon, wie man die Oeffnungen am besten anbringen könnte, um der äußeren Luft Zugang zu derselben zu verschaffen, wodurch denn die verdorbene Luft auf diese oder eine ähnliche Art entlassen wird. Wenn man, um keine Unbequemlichkeit vom Zuge zu haben, eine Seitenöffnung kurz unter der Decke anbringt, so wird alsdann durch eine Zugröhre nicht so viele verdorbene Luft ausgetrieben; indem die eindringende frische Luft zum Theil geradesweges nach der Zugröhre geht. Um dies zu zeigen, machte er eine runde Seitenöffnung von ungefähr 4 Zoll im Durchmesser oben an besagten Kasten, und als er jetzt den vorher beschriebenen Versuch mit der Lampe in der Zugröhre anstellte, so sahe man, daß der Kasten nicht so schleunig vom Rauch gereinigt wurde, als wie das Thürchen einen Finger breit offen stand. Je niedriger man die Oeffnungen zur äußeren Luft macht, desto besser werden sie mitwirken, um Zimmer oder Versammlungssäle von der verdorbenen Luft zu säubern. Um aber keine Unbequemlichkeit vom Zuge zu haben, den die eindringende äußere Luft verursacht, schlug er vor, die Oeffnungen zur äusseren Luft etwas höher als die Länge eines gewöhnlichen Menschen, und also 7 oder 8 Fuß über dem Fußboden des Saales anzubringen.

Zuletzt zeigte er durch einen Versuch, wie die Schnelligkeit des Luftstroms in der Röhre, worinn die

Luft erwärmt wird, nicht allein von der Erwärmung abhängt, sondern auch von der Weite der Oeffnungen, durch welche die äußere Luft eindringt; und daß man deswegen beym Gebrauch solcher Luftröhren, durch Verminderung oder Verschließung einiger Oeffnungen den Luftstrom mäßigen kann, um in den Fällen, wo es zur Erfrischung der Luft nicht nöthig ist, dieselbe so schnell durch die Röhren aufsteigen zu lassen, dadurch des Winters nicht zu viel Wärme zu verlieren.

7.

Anzeige
des
Herrn Doctors van Marum,
wie man
auf eine neue Art in Zimmern und Versammlungssälen die Luft reinigen könne *).

Der Verfasser der Letterbode gab im 156sten Stücke (Freytags den 23sten December 1796) Nachricht von einem Mittel, wie man in Zimmern und Versammluugssälen die Luft reinigen könne, welches ich vorigen Winter in meinen öffentlichen Vorlesungen der Physik vorgetragen, und damit, so weit es der Raum zuließ, einen Versuch angestellt habe. Diese Anzeige enthält nur dasjenige, was der Verfasser in den Vorlesungen, denen er selbst beywohnte, angemerkt hat.

Seit dieser Zeit habe ich etwas genauere Untersuchungen angestellt, von denen ich jetzt den Erfolg mittheilen will, damit man hieraus sehen möge, auf welche einfache und wohlfeile Art man vorzüglich des Winters in Versammlungssälen oder Zimmern, worin viele Menschen zusammen kommen, sich von der Luft befreyen kann, die durch Athemholen, und durch das Brennen der Kerzen und Lampen verdorben ist, und deren Einathmung so viele Krankheiten und Unpäßlichkeiten zuwege bringt.

*) N. allgem. Konst- en Letterbode. 3. Nov. 1797.

Man wird sich erinnern, daß das von mir vorgeschlagene Mittel darin bestand, daß man eine Lampe unter eine gerade blecherne Röhre setzt, deren untere Oeffnung gegen den Boden gekehrt ist, und die sich kurz unterm Dache endigt (oder welches viel besser ist) durch das Dach hindurch geht. Die Luft wird in einer solchen Röhre durch die Hitze der Lampe erwärmt; und da nun hiedurch ihre Ausbreitung, und folglich auch ihre Leichtigkeit zunimmt, so steigt sie beständig in der Röhre auf. Auf diese Art wird die Luft mit einer merklichen Geschwindigkeit durch die Röhre aus dem Zimmer herausgetrieben. Die Wirkung einer solchen Röhre, worunter eine Lampe hängt, habe ich schon in dem chemischen Laboratorium der Teylerschen Stiftung versucht, wo ich auf besagte Art eine blecherne Röhre von 9 Zoll Weite und 10 Fuß Länge aufgestellt habe. Unter dieser Röhre hatte ich nahe an der Oeffnung eine Lampe aufgehängt, welche durch eine Schnur, die über eine Rolle *) läuft, gehalten wird. Hieran befinden sich drey Lampen an so kurzen Armen, daß sie alle und zwar ganz unter der Oeffnung der Röhre stehen, damit die Luft in der Röhre durch die Lampen desto mehr erwärmt und ausgebreitet, und also mit desto größerer Schnelligkeit ausgetrieben werde.

Die Schnelligkeit des Luftstroms, der durch die Röhre aufsteigt, wenn die Lampe darunter hängt, ist so merklich, daß eine brennende Kerze, (von sechs auf ein Pfund), die man in die Oeffnung der Röhre hält, hierdurch gewöhnlich verlöscht.

Um ferner die Luftreinigung durch dies Mittel zu untersuchen, füllte ich besagtes Laboratorium, welches an die 37 Fuß breit, und 21 Fuß hoch ist, mit dem Rauche

*) Diese Rolle ist an ein Quereisen angeschraubt, welches in der Röhre 5 oder 6 Zoll oberhalb des Randes befestiget ist.

Rauche von glühenden Holzspänen so viel als möglich an, hielt hierauf die brennende Lampe kurz unter die Röhre, und gab Acht, in wie viel Zeit dieser ganze Raum vom Rauch gereinigt wurde. Bey verschiedenen Versuchen habe ich nun bemerkt, und einigen Augenzeugen gezeigt, daß dieser Raum in einer Viertelstunde so weit von Rauch leer geworden war, daß nur sehr wenig übrig blieb. Ich habe in der Folge diesen Versuch an der nämlichen Stelle wiederholt, und nur eine einzelne Lampe unter die Röhre gehängt, und wahrgenommen, daß die Luft auch hierdurch mit merklicher Schnelligkeit durch die Röhre getrieben wurde, so daß besagter Raum in weniger als einer halben Stunde von Rauch beynahe ganz gereinigt war. Es ist also durch diese Versuche erwiesen, daß die Luft in Zimmern oder Versammlungssälen, welche durch das Athemholen und durch das Brennen von vielen Kerzen oder Lampen verdorben, oder mit Dampf beladen ist, auf diese Art sehr gut gereinigt werden kann.

In großen Zimmern oder Sälen kann man zu der Luftreinigung auf die vorgetragene Art, dieselbigen Lampen gebrauchen, welche man zur Erleuchtung nöthig hat, und man kann durch zurückprallende blecherne Spiegel, die man um die Oeffnungen der Röhre stellt, bewirken, daß man von den Lampen, ob sie gleich höher hängen, gleich viel Erleuchtung hat. Die in großen Sälen an Kronleuchtern hängenden Lampen können auch hierzu dienen, wenn man über diese Kronleuchter Trichter anbringt; (man lese, was hiervon im vorstehenden Aufsatze gesagt ist). Auch findet man darin die Art und Weise beschrieben, wie man der Außenluft Zugang verschaffen muß, um den Raum der ausgetriebenen verdorbenen Luft zu ersetzen, und wie solches geschehen kann, ohne unangenehmen Zug zu verursachen.

Wann die Röhre zum Dache hinaus geht, muß sie mit einer Drehkappe versehen seyn, um zu verhüten, daß es nicht hinein regene. Dieser Drehkappe habe ich eine solche Gestalt zu geben gesucht, daß sie zur Luftreinigung, wenn etwas Wind ist, mitwirke. Der Ventilator von de Lyle de Saint-Martin, der im Journal de Physique vom September 1788 beschrieben ist, hat mir zu dieser Erfindung Veranlassung gegeben. De Lyle läßt den Wind über die Oeffnung der Röhre zwischen zwey Kappen gehen, die in einer Entfernung von einigen Zollen über einander stehen, welchen er zu diesem Ende eine passende Form gab. Hierdurch hat er einen sichern Luftzug durch die Röhre zuwege gebracht. Als ich der Ursache dieses Zuges nachspürte (wovon ich jetzt nicht sprechen will), so fand ich, daß man einen solchen Zug der Luft bequemer und in einem stärkeren Grade würde erhalten können, wenn man die Seiten der Drehkappe, welche eine kegelartige Figur hat, nach vorne hin durch zwey Seitenstücke verlängerte, die so gestellt sind, daß sie nahe bey der Kappe, und vorne an dem Ende gleich weit von einander stehen; oben sind sie durch eine Decke, und unten durch eine Platte mit einander verbunden. — Wenn nun der Wind längst dieser Seitenstücke der Drehkappe geht, so nimmt er die Luft mit, die an ihrer Oeffnung ist, und verursacht auf diese Art einen Luftzug durch die Röhre, so daß durch dieselbe, wenn nur mäßiger Wind ist, beständig ein Luftstrom mit merklicher Geschwindigkeit aufsteigt. Bey Untersuchung der verschiedenen Stellungen dieser Seitenstücke ist es mir vorgekommen, daß der Luftzug durch die Röhre beynahe so stark ist, wenn die Seitenstücke sich einander nähern, so daß sie vorne beynahe einen Zoll breit näher bey einander stehen, als hinten. Die Geschwindigkeit, womit die Luft durch die Röhre, worauf eine solche Drehkappe steht, bey einem

einem mäßigen Winde gezogen wird, ist größer, als ich es hiervon erwartet habe. Der auf diese Weise verursachte Zug wird bey einem mäßigen Winde in solchen Fällen zur Luftreinigung hinreichend seyn.

Als meine Art die Luft zu reinigen, durch meine im vorigen Winter gehaltenen Vorlesungen bekannt geworden war, ersuchte mich der Eigenthümer des Saals, worinnen hier die Volksversammung gehalten wird, ihm hiervon nähere Nachricht zu geben, indem er geneigt sey, davon Gebrauch zu machen, um die Luft in benanntem Saale, welche oft zur großen Unbequemlichkeit der Anwesenden mit Dampf beladen würde, zu reinigen. Ich zeigte ihm in unserem Laboratorium, in wie kurzer Zeit die daselbst mit Rauch von glimmenden Holzspänen angefüllte Luft gereinigt wurde, dadurch, daß ich die Lampe unter die Röhre brachte. Hierauf nahm er sich vor, diese Art der Luftreinigung in seinem Saale nachzuahmen. Da aber dieser Saal 80 Fuß lang, und 60 Fuß breit, und 22 Fuß hoch ist, so gab ich ihm zu verstehen, daß von einer einzelnen Luftröhre keine hinlängliche Reinigung der Luft in diesem ganzen Raume zu erwarten seyn würde. Er fand es aber für gut, nur allein oberhalb des Theils des Saals, wo der Dampf gewöhnlich am hinderlichsten war, eine solche Röhre zu stellen; sie ist 12 Zoll weit, und 20 Fuß lang, geht zum Dache hinaus, und ist mit einer Drehkappe versehen, von der nämlichen Gestalt, als ich beschrieben habe. Als diese Röhre aufgestellt war, habe ich daselbst ihre Beförderung der Luftreinigung untersucht, indem ich den Theil des Saals mit Rauch von glimmenden Tabaksstielen anfüllte. Man sahe, daß, so bald die Lampe bis an die Röhre aufgezogen war, der Dampf von allen Seiten nach der Röhre hinzog, und durch dieselbe ausgetrieben wurde; man hat hievon in der

Volks-

Volksversammlung mehrmals die gute Wirkung gespürt. Denn der Eigenthümer des Saals hängt jetzt selten (um Oel zu ersparen) die Lampe darunter, um so mehr, da er beobachtet hat, daß diese Röhre auch ohne Lampe sehr dazu dient, den Dampf zu vermindern, vorzüglich wenn es etwas windig ist, welches der beschriebenen Figur der Drekappe, die auf dieser Röhre steht, zuzuschreiben ist.

Von den beschriebenen Zug- oder Luftröhren, wodurch die verdorbene Luft vermittelst einer Lampe ausgetrieben wird, wird man auch Gebrauch machen können in Hospitälern oder Armen- und Gefangenhäusern, wie auch auf den großen Schiffen, und man wird hievon durchgehends mehr Nutzen mit weniger Kosten haben können, als von den gewöhnlichen Ventilatoren; doch wird man auch hier, nach der verschiedenen Beschaffenheit des Orts, verschiedene Einrichtungen treffen müssen, um zu bewirken, daß die verdorbene Luft da zuerst weggeschaft werde, wo sie am schädlichsten ist. Ueber das eine und andere, dessen Abhandlung hier zu weitläufig seyn würde, will ich bey einer anderen Gelegenheit meine Gedanken mittheilen.

8.

Auszug aus Briefen
des
Herrn van Mons
in Brüssel
an den Herausgeber
über
verschiedene neue physikalische Entdeckungen.

Brüssel, am 16. Brum. 6.

— Ich eile, um Ihnen eine neue, sehr interessante, chemische Entdeckung mitzutheilen. Vauquelin in Paris hat ein neues Metall im rothen sibirischen Bleyerz gefunden. Dieses Metall findet sich darin im Zustande einer Säure, und diese gleicht keiner andern bekannten metallischen Säure; sie hat blos einige schwache Aehnlichkeit mit der Molybdänsäure. Das Metall läßt sich leicht reduciren, und wird von Säuren nur wenig angegriffen, ausgenommen von der salpetrigtsauren Salzsäure, die es in einen im Wasser auflöslichen grünen Kalk verwandelt. Die Farbe des Metalles ist gelblich weiß; es ist sehr hart. Die Säure dieses neuen Metalles bildet mit dem Silber eine Verbindung von einem sehr schönem Carminroth; mit dem Quecksilber ein helles Zinnoberroth, mit dem Bley ein Orangegelb, mit dem Kupfer ein Kastanienbraun. Ihre Verbindung mit dem Gewächsalkali ist krystallisirbar, und die Krystalle haben eine schöne orangerothe Farbe. Der grüne, durch Königs-

Königswasser erhaltene Kalk dieses Metalles löst sich durch Sieden in den Alkalien auf, und in diesem Zustande erzeugt er mit dem salpetersaurem Bley rothes Bleyerz.

Die salzigte Säure bringt die Säure des neuen Metalles in den Zustand des grünen Kalks zurück, indem sie ihm einen Antheil des Sauerstoffs entzieht, und indem sie selbst dadurch in den Zustand der (oxigenirten) Salzsäure übergeht. Eine schwache Calcination raubt dem grünen Kalke seine salzigte Säure, und verwandelt es in einen tobakbraunen Kalk, der noch im Wasser auflöslich ist. Das rothe sibirische Bleyerz enthält wohl 0,35 dieser metallischen Säure.

Um diese Säure daraus darzustellen, läßt Vauquelin zwey Theile sibirisches Bleyerz mit vier Theilen kohlensaurem Gewächsalkali und 4000 Theilen Wasser kochen. Es schlägt sich der Bleykalk mit der Kohlensäure verbunden nieder, und das Gewächsalkali bleibt mit der metallischen Säure aufgelöst; oder er läßt vier Theile salzigter Säure mit einem Theile rothen Bleyerze so lange kochen, bis das Bley mit letzterer vereiniget ist, und die Flüssigkeit eine grüne Farbe erlangt hat. Man trennt nachher das salzigtsaure Bley durch Abdunsten und Krystallisiren.

Vauquelin glaubt, daß die Verbindungen dieser neuen Säure mit den verschiedenen metallischen Substanzen in der Mahlerey und Emaillirkunst nützlich angewendet werden können.

Sie wissen ohne Zweifel schon, daß Guyton in der Wolframsäure ein sehr vortrefliches Präcipitirmittel des färbenden Stoffs entdeckt hat. Ich habe eine große Anzahl von Versuchen über den Färbestoff des Saftes der Aloe angestellt. Die verschiedenen Säuren, machen die mit diesem Safte gefärbte Seide lebhafter von Farbe,

und

und geben ihr nicht nur verschiedene Nuancen, sondern bringen sie vom schönsten Violett zum zartesten Lilas, und vom lebhaftesten Roth zum höchsten Orange. Ich habe nur wenig genugthuende Resultate von seiner Anwendung auf Wolle erhalten. Die bloße Berührung der Luft bringt die verwundeten Blätter der Aloe zur violetten Farbe.

Herr Everling behauptet, daß bey der Vermischung der schwefelsauren und salzsauren Naphten beide Flüssigkeiten so schnell in den expansiven Zustand kommen, daß die Quantität des Wärmestoffs, den sie dabey den berührenden Körpern entziehen, hinreichend groß ist, um das Quecksilber zum Gefrieren zu bringen, und das Salpetergas in den liquiden Zustand zu versetzen. Ich habe dies Gemisch gemacht, aber nicht das Resultat erhalten, was Herr Everling angiebt. Die dadurch hervorgebrachte Kälte war nicht einmal so beträchtlich, als die durch Naphtha, die nach Lowitzens Methode entalcoholisirt ist, erregte, und ohngeachtet mein Versuch im Sommer angestellt wurde.

La Grange hat in Gesellschaft mit Vauquelin durch sehr gute angestellte Versuche ausgezeichnete Unterschiede zwischen der Benzoesäure und Kamphersäure dargethan. Die letztere behauptet also ihren Platz unter den eigenthümlichen Säuren. —

Brüssel, am 7. Brum. 6.

— Seguin hat dem National-Institute die Beschreibung eines neuen Gazometers vorgelesen. Es empfiehlt sich durch seine große Simplicität, und durch die vortheilhafte Einrichtung, daß man bey der Operation auch abwesend seyn kann. Eben dieser Naturforscher hat dem Institute eine Arbeit vorgelegt, die ihm mit Lavoisier gemeinschaftlich ist, nämlich über den

chemi-

chemischen Prozeß des Athemholens. Er macht darin die merkwürdige Thatsache bekannt, daß wir bey der Respiration des Sauerstoffgas nicht mehr davon zersetzen, als wenn wir atmosphärische Luft athmen: woraus denn folgt, daß die letztere so viel Sauerstoffgas enthält, als wir durchs Athemholen verzehren können.

Eine Commission des Instituts, die aus Guyton, Vauquelin und Fourcroy besteht, beschäftigen sich jetzt mit Versuchen über das Verbrennen des Diamants in Sauerstoffgas. Sie haben bis jetzt nur kohlensaures Gas erhalten. —

Brüssel, am 13. Frim. 6.

— Ich würde Ihnen schon längst auf Ihren Brief geantwortet haben, wenn mich nicht eine Mission, zu Folge eines Auftrags des Gouvernements, in den Depots der jetzt aufgehobenen Universität zu Löwen die physikalischen und chemischen Werkzeuge und Utensilien, und die Bücher, die unsrer Centralschule fehlen, auszusuchen, seit drey Wochen ausschließlich beschäftigt hätte. —

Von wissenschaftlichen Neuigkeiten melde ich Ihnen jetzt blos, daß Vauquelin entdeckt hat, daß der Chrysolith von Joailliers, den man bis jetzt zu den Edelsteinen rechnete, krystallisirte phosphorsaure Kalkerde sey.

9.

Auszug aus einem Schreiben

des

Herrn Prof. Volta

zu Pavia

an den Herausgeber.

Como, am 6. Sept. 1797.

— Herr Brugnatelli hat im XIII. Vol. der Annali di Chimica die Briefe mitgetheilt, die ich vergangenes Jahr an Sie schrieb, und die Sie in Ihrem Journale bekannt machten. Ich habe darin einige Veränderungen und Zusätze gemacht, wie Sie finden werden, und noch einen andern langen Brief an Sie beygefügt, der im XIV. B. dieser Annal. erscheinen wird. Er besteht aus zwey Theilen; der erstere handelt von den Versuchen, durch die ich vermittelst des Duplicators die Electrizität bemerkbar mache, welche die verschiedenen Metalle durch ihren bloßen wechselseitigen Contact erlangen; der zweyte betrift andere Versuche, durch welche ich sie unmittelbar, ohne des Duplicators zu bedürfen, sensibel mache, Versuche, die mir voriges Jahr noch nicht gelungen waren, und deren Erfolg damals noch nicht so gut war, als zu Anfang des gegenwärtigen. Da nun dieser neue Brief oder diese Abhandlung vielleicht erst nach einigen Monaten Ihnen zu Händen kommen möchte, so will ich Ihnen hier einige der frappantesten Versuche beschreiben.

Ich nehme zwey Platten, eine von Silber, die andere von Zink, jede etwa 3 Zoll im Durchmesser, deren Oberflächen recht eben und gleichförmig, mehr glänzend, als matt, trocken und rein sind; und isolire eine jede durch eine mit Siegellack überzogene Glassäule. Ich applicire eine Platte an die andere, und nehme sie einen Augenblick nachher aus einander: dies ist hinreichend, daß die Platte von Zink Zeichen von positiver, und die Platte von Silber Zeichen von negativer Electrizität an dem Bonnetschen Electrometer giebt, so, daß die Goldblättchen 1 oder $1\frac{1}{2}$ Linien divergiren, je nachdem die Oberflächen der Platten mehr vereinigt und reiner, und ihre Isolirungen in gutem Zustande sind.

Ich wiederhole den Versuch, indem ich eine Platte isolirt halte, und sie an die andere nicht isolirte applicire; wo dann die Electrizität dieser isolirten Platte sich doppelt so stark zeigt, und die Blätter des Electrometers 2, $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien aus einander gehen macht.

Will man eine noch stärkere Electrizität haben? Man nehme meinen Condensator auf folgende Art zu Hülfe. Man applicire die isolirte Platte an die nicht isolirte zu wiederholten malen hinter einander, und bringe sie bey jedesmaligem Abnehmen mit dem Knopfe einer kleinen leidener Flasche (von 3 oder 4 Quadratzoll Belegung) in Berührung: wenn man dies 30 oder 40 mal thut, so wird die Flasche hinlänglich geladen seyn, um in einen kleinen Condensator die Electrizität bis auf den Punkt zu bringen, daß sie an dem Electrometer bis 20 Grade oder darüber zeigt, oder sogar einen kleinen Funken giebt.

Der Condensator, dessen ich mich gewöhnlich bey diesen Versuchen bediene, ist eine der andern ähnliche Platte, welche auf einem Stück Wachstuch (toile

cirée

cirée), das auf irgend einer leitenden Fläche ausgebreitet ist, oder noch besser auf der Haube des Electrometers liegt, (wenn diese Haube nicht breit genug ist, um selbst als Platte zu dienen), und an welche ich meine, mit einer Art Handschuh von Wachstuch bekleidete, Hand applicire, u. s. w. Dieser Handschuh-Condensator (Condensator à gant), den ich schon vor mehrern Jahren in dem ersten meiner Briefe über die electrische Meteorologie *) beschrieben habe, vereiniget mehrere Vortheile.

Eine andere Weise, die Electrizität zu vermehren, welche die verschiedenen Metalle, besonders gut ausgewählte und gehörig zugerichtete Platten, durch ihre wechselseitige Berührung erlangen, eine Weise, die mir vor den andern gelang, weil sie weniger Bedingungen von Seiten der Metalle erfordert, weil dabey nicht nöthig ist, daß die Berührung in breiter Fläche geschehe, u. s. w., ob sie gleich sonst mehr Apparat und Handthierung erfordert, besteht darin, dem Duplicator des Nicholson eine solche metallische Electrizität mitzutheilen, der nun durch sein hinlänglich bekanntes Spiel sie, so schwach sie auch ist, bis zum verlangten Grade, und bis zum Funken, erheben kann. —

*) Volta's meteorologische Briefe. B. I. Leipz. 1793. S. 48. ff
G.

Verzeichniß einiger Druckfehler im zweyten Heft des vierten Bandes.

Seite 185, 10te Zeile von unten herauf, lese man statt $h = \frac{4 b h. \frac{1}{2} h}{l}$, $R = \frac{4 b h. \frac{1}{2} h}{l}$.

Seite 188, 11te Zeile von oben, muß das erste Glied der Proportion 6. 3 statt 6. 33 heißen.

Seite 193, 4te Zeile von unten, lese man $\int 2 y^2 dx = 2 r^2 x - \frac{2}{3} x^3$.

Seite 195, 6te Zeile von unten, lese man $\frac{(R^2 - r^2). \frac{8}{3} R^3}{R^2} = \frac{8}{3} R (R^2 - r^2)$.

Seite 196, 9te Zeile von oben, lese man| $a d^2 - 2 a d. b d + b d^2$.

Ebendaselbst, 6te Zeile von unten, lese man $\int 2 R r^2 \sin z^2 d \cos z$ statt $\int 2 R r^2 \sin z^2 d \cos Z$.

Seite 205, 12te Zeile von unten setze man statt $\frac{8}{3} R (R^2 - r)$, $\frac{8}{3} R (R^2 - r^2)$; ebendaselbst 5te Zeile von unten statt $\frac{4}{3}(+r)$; $\frac{4}{3}(R+r)$.

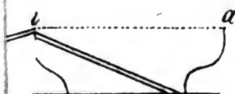
Seite 206, oben, lese zu den letzten Werth, zu dem letzten Werth; eben daselbst, 6te Zeile von unten lese welcher die Dicke des Ringes u. s. w.

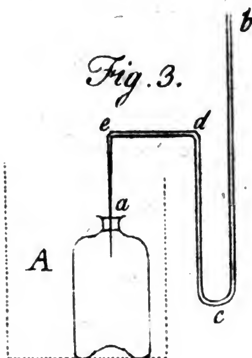
Seite 207, in der Mitte, nach den Worten: Daher hat man die Kraft V, schiebe ein: am dünnen Cylinder zur Kraft V.

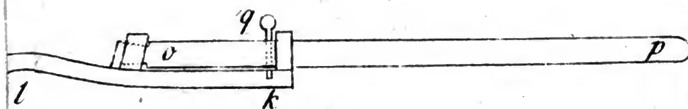
Seite 211, oben, lese man: Es sey L = 1 u. s. w.

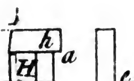
Inhalt.

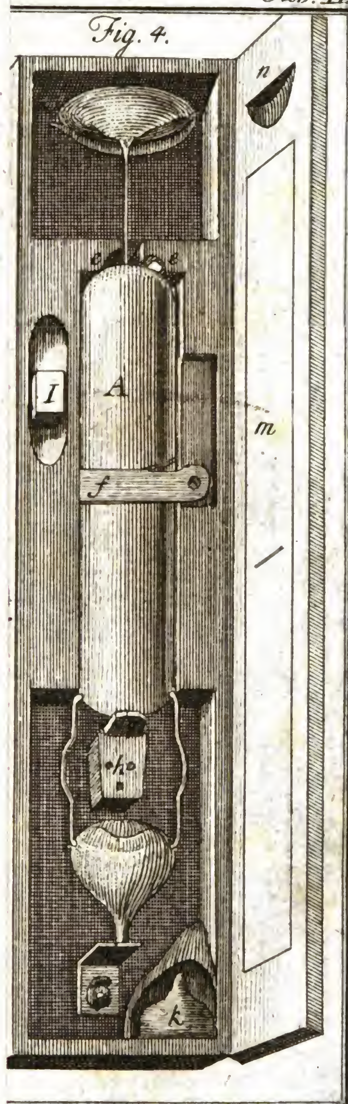
6. Aus-


i
a


Fig. 3.
b
e
d
a
A
c


q
o
p
l
k


h
H
a



Liebe. f.

